

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
DE MATERIALES PARA LA EMPRESA SIDERÚRGICA DEL
PERÚ S.A.A. – SIDERPERÚ”**

PRESENTADA POR :
BR. HOLGUIN GARCIA JHAN CARLO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PIURA, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



TESIS

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
DE MATERIALES PARA LA EMPRESA SIDERÚRGICA DEL
PERÚ S.A.A. – SIDERPERÚ”**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
TÍTULO DE: INGENIERO INDUSTRIAL**

ASESORADA POR

: 

DR. DANIEL CRUZ GRANDA

PRESENTADA POR

: 

BR. HOLGUIN GARCIA JHAN CARLO

PIURA, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



TESIS

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
DE MATERIALES PARA LA EMPRESA SIDERÚRGICA DEL
PERÚ S.A.A. – SIDERPERÚ”**

APROBADA POR:

PRESIDENTE:
DR. VÍCTOR HUGO RAMÍREZ ORDINOLA:



VOCAL:
DR. JULIO CÉSAR JIMÉNEZ CHAVESTA:



SECRETARIO:
MSc. LUCIANO CASTILLO TORRES:



PIURA, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador de la Tesis denominada: «**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE MATERIALES PARA LA EMPRESA SIDERÚRGICA DEL PERÚ S.A.A-SIDERPERU**», presentado por **JHAN CARLO HOLGUIN GARCIA**, Bachiller en **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, asesorado por el **Dr. DANIEL ENRIQUE CRUZ GRANDA**; reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:



Con el Calificativo:

APROBADA
BUENO

En consecuencia el sustentante se encuentra **apto** para recibir el título profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL** conforme a Ley.

Piura, 26 de Febrero del 2018

Dr. VICTOR HUGO RAMIREZ ORDINOLA
PRESIDENTE – JURADO CALIFICADOR

Dr. JULIO CESAR JIMENEZ CHAVESTA
VOCAL – JURADO CALIFICADOR

MSC. LUCIANO CASTILLO TORRES
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico la presente Tesis de Investigación a mi Madre y a toda mi familia. Quienes con su apoyo constante ayudaron a realizar esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme durante mis actividades académicas y profesionales, agradezco a todos mis profesores de la Universidad Nacional de Piura, en especial al Dr. Daniel Cruz G. por su ayuda incondicional en el desarrollo de esta investigación. Agradezco también a toda mi familia por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

1. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. Descripción del Problema	2
1.1.2. Formulación del Problema	3
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
 2. CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	 5
2.1. MARCO REFERENCIAL	5
2.1.1. Información General de la Empresa.....	5
2.1.2. Misión y Visión.....	6
2.1.3. Estructura Organizacional	7
2.1.4. Proceso Productivo.....	7
2.1.4.1. Planta de Acería	8
2.1.4.2. Planta de Laminación.....	9
2.2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.2.1. Cadena de Suministros	12
2.2.1.1. Cadena de suministros de Servicios.....	13
2.2.1.2. Subcontratación	14
2.2.2. Inventario	14
2.2.2.1. Costos del inventario	15
2.2.3. Sistema de Inventario	17
2.2.3.1. Modelo de la cantidad de pedido fija.....	17
2.2.3.2. Establecimiento de inventarios de seguridad	20
2.2.3.3. Modelo de cantidad de pedido con Inventario de seguridad	21
2.2.3.4. Modelos de Periodos Fijos.....	23
2.2.3.5. Modelo de periodos fijos con inventarios de Seguridad.....	24
2.2.3.6. Planeación del Inventario ABC	25
2.2.4. Planeación de Requerimiento de Materiales(MRP)	27

2.2.4.1.	Aplicación del MRP.....	27
2.2.4.2.	Estructura del sistema MRP.....	28
2.2.4.3.	Tamaño del Lote en el MRP	29
2.2.5.	Servicio logístico.....	31
2.3.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.	CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO	33
3.1.	TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.2.	COBERTURA DEL ESTUDIO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN	33
3.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	34
3.5.	FASES DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.5.1.	Diagnóstico de la Problemática.....	34
3.5.1.1.	Gerencia de Suministros	35
3.5.1.2.	Almacén	36
3.5.2.	Propuesta del Modelo.....	41
3.5.2.1.	Criterios de clasificación de los Materiales	41
3.5.2.2.	Modelo de gestión de inventarios	45
3.5.3.	Criterios de evaluación e indicadores de control	50
4.	CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1.	RESULTADOS	55
4.1.1.	Clasificación de los materiales.....	55
4.1.1.1.	En función del perfil de consumo	55
4.1.1.2.	En función del valor del consumo mensual	55
4.1.1.3.	En función de su importancia operacional.....	56
4.1.1.4.	Tiempo de reposición – Lead Time (LT).....	57
4.1.2.	Política de gestión de stocks.....	58
4.1.3.	Cobertura de Stock	61
4.1.4.	Ruptura de Stock	63
4.1.5.	Valor del stock	63
4.1.6.	Divergencia del Inventario	64
4.1.6.1.	Divergencia en cantidad.....	64

4.1.6.2. Divergencia en valor	64
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
4.2.1. Clasificación de los materiales	65
4.2.2. Cobertura de Stock	66
4.2.3. Ruptura de Stock	67
4.2.4. Valor del stock	68
4.2.5. Divergencia del Inventario	69
4.2.5.1. Divergencia en cantidad.....	69
4.2.5.2. Divergencia en valor	70
4.2.6. Análisis de Costos	71
4.2.6.1. Horas hombre por pedido	71
4.2.6.2. Costo de adquisición	71
4.2.6.3. Costo de emisión de pedidos	72
4.2.6.4. Costo Total.....	73
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Procedimiento de Recepción.....	38
Tabla 3.2. Procedimiento de Almacenamiento.....	39
Tabla 3.3. Procedimiento de Despachos.....	40
Tabla 3.4. Unidades de Medida.....	41
Tabla 3.5. Descripción del material.....	42
Tabla 3.6. Descripción resumida del material.....	42
Tabla 3.7. Resumen del Modelo de Gestión de Inventarios.....	49
Tabla 3.8. Cobertura de Stock.....	50

Tabla 3.9. Ruptura de Stock.....	51
Tabla 3.10. Divergencia en valor en el Inventario.....	52
Tabla 3.11. Divergencia en cantidad en el inventario.....	53
Tabla 3.12. Valor del stock.....	54
Tabla 4.1. Perfil de consumo de los materiales.....	55
Tabla 4.2. Valor de consumo mensual.....	56
Tabla 4.3. Importancia Operacional.....	56
Tabla 4.4. Tiempo de reposición – Lead Time (LT).....	57
Tabla 4.5. Factor de Servicio (K).....	59
Tabla 4.6. Importancia operacional y factor de servicio (K).....	60
Tabla 4.7. Valor de consumo y Lote Económico (LE).....	60
Tabla 4.8. Cobertura de Stock.....	61
Tabla 4.9. Ruptura de Stock.....	63
Tabla 4.10. Valor del stock.....	63
Tabla 4.11. Divergencia en Cantidad.....	64
Tabla 4.12. Divergencia en Valor.....	64
Tabla 4.13. Horas hombre / pedido.....	71
Tabla 4.14. Costo de adquisición.....	72
Tabla 4.15. Costo de emisión de pedidos.....	72
Tabla 4.16. Costo total.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Estructura Organizacional.....	7
Gráfico 2.2. Flujograma del Proceso Productivo.....	8
Gráfico 2.3. Flujo del Proceso Acería.....	10
Gráfico 2.4. Flujo de Proceso Laminación.....	11
Gráfico 2.5. La red de cadenas de Suministro.....	13
Gráfico 2.6. Modelo básico de cantidad de pedido fija.....	18

Gráfico 2.7. Costos anuales del producto.....	19
Gráfico 2.8. Modelo de la cantidad de pedido con inventario de seguridad.....	21
Gráfico 2.9. Modelo de inventario de periodo fijo.....	23
Gráfico 2.10. Clasificación del Inventario ABC.....	26
Gráfico 3.1. Red de Suministros para la fabricación de aceros.....	34
Gráfico 3.2. Organigrama de Suministros.....	35
Gráfico 3.3. Organigrama de Almacén.....	36
Gráfico 3.4. Flujo del proceso de Almacén.....	37
Gráfico 3.5. Materiales con perfil de consumo.....	43
Gráfico 3.6. Modelo de Gestión de Inventarios.....	46
Gráfico 4.1. Valor de consumo de los materiales.....	65
Gráfico 4.2. Cobertura de Stocks.....	66
Gráfico 4.3. Ruptura de Stocks.....	67
Gráfico 4.4. Valor del stock.....	68
Gráfico 4.5. Divergencia en Cantidad.....	69
Gráfico 4.6. Divergencia en valor.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01. HOJA DE DATOS N°1: Lead Time.....	77
ANEXO N° 02. HOJA DE DATOS N°2: Valor de Consumo.....	78
ANEXO N° 03. HOJA DE DATOS N° 3: Importancia Operacional.....	79
ANEXO N° 04: Matriz de Clasificación de los Materiales.....	80

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo proponer un modelo de gestión de inventarios de materiales, para la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A – Siderperú. Para dar un mejor servicio a todos los usuarios de materiales de mantenimiento, reparación y operación. Garantizando la disponibilidad de cada material.

Para el modelo propuesto se clasifica los materiales según su perfil de consumo, en función de su importancia operacional, valor de consumo mensual y determinando su tiempo de reposición. Según la clasificación de cada material se implementó el modelo de gestión de inventarios. Estableciendo indicadores claves del desempeño para su evaluación: cobertura de stock, ruptura de stock y valor del stock. Según la clasificación de cada material, se establecen los stocks de ciclo, stock de seguridad, stock máximo, lote económico de compra, etc.

Con este modelo propuesto se disminuyó la cobertura de stock de 160 días a 130 días, se disminuyó la ruptura de stock de más del 10% a menos del 7%, además se pudo reducir el valor del stock en S/.120, 000 en promedio. El modelo de gestión de inventarios también incluye la planificación de los inventarios mensuales, manteniendo la divergencia de inventario en cantidad por debajo del 5% y la divergencia de inventario en valor por debajo del 0.015%.

Palabras claves: Materiales, inventarios, stocks, reposición, consumos, tiempo de reposición.

ABSTRAC

The aim of this thesis is to propose a material inventory management model for the Steel Industry of Peru S.A.A - Siderperú. To improve the service to all users of maintenance, repair and operation materials, guaranteeing their availability.

For the proposed model, materials are classified according to their consumption profile, based on their operational importance, monthly consumption value and determining the replacement time for each material. According to the classification of each material, the inventory management model was implemented. Establishing key indicators of performance for its evaluation: stock coverage, stock rupture and working capital. According to the classification of each material, cycle stocks, safety stock, maximum stock, economic purchase lot, etc.

With this proposed model, the stock coverage was reduced from 160 days to 130 days, the stock rupture was reduced from more than 10% to less than 7%, and the working capital could be reduced by S / .120, 000 in average. The inventory management model also includes the planning of cyclical inventories, keeping inventory divergence in quantity below 5% and inventory divergence in value below 0.015%.

Keywords: Materials, inventories, stocks, replacement, consumption, lead time.

1. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En la actualidad la gestión de Inventarios así como toda la cadena de suministros a dejado de ser vista solo como una actividad de generación de costos y ha pasado a ser una actividad competitiva y rentable.

Muchas empresas han empezado a adaptarse a esta nueva visión; en la actualidad las empresas productoras, comercializadoras con gran número de materiales en stock, ya sea de productos terminados o de materiales necesarios para la operación, reparación y mantenimiento están empezando a utilizar sistemas de gestión de Inventarios, herramientas informáticas, modelos matemáticos, etc. Que les garantice la satisfacción de la demanda externa de sus productos o la demanda interna de sus materiales en stock.

Aun así, hay grandes empresas Industriales con muchos problemas en sus políticas de gestión de inventarios por no tener personal capacitado y calificado en áreas estratégicas de la cadena de suministros.

En la actualidad el almacén de materiales para el mantenimiento, reparación y operaciones (MRO) de la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. - SIDERPERÚ presenta un deficiente nivel de servicio con sus usuarios de diferentes plantas, por la ruptura de stock de materiales. Generando algunas veces paradas de plantas no planificadas y rechazos de tareas por falta de equipos de Protección Personal (EPPs). La gestión y control de Inventarios es limitada y deficiente, por la complejidad de establecer fórmulas y modelos matemáticos. Sabiendo esto se realizara el siguiente trabajo de Investigación en la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. – SIDERPERÚ con el objetivo principal de proponer un modelo de gestión de inventarios de materiales; para garantizar la satisfacciones de la demanda interna de materiales a todos los usuarios de las diferentes áreas.

Finalmente podemos asegurar que con la propuesta e implementación de un modelo de gestión de Inventarios se garantiza competitividad; controlando eficientemente la inversión en materiales. Consiguiendo así mejorar la rentabilidad de las empresas.

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1. Descripción del Problema

En todo proceso Productivo de cualquier empresa se necesitan materiales, maquinarias e insumos para la producción de bienes o para la prestación de servicios. La falta de estos ya sea materiales de operación, de reparación o materiales de mantenimiento puede producir una parada de producción no planificada o afectar seriamente las actividades diarias de la empresa.

Por eso la importancia de que todos los materiales necesarios para la operación, mantenimiento y reparación estén correctamente clasificados en función de su perfil de consumo, características, valor de consumo mensual, importancia operacional; es decir estos materiales deben estar gestionados con modelos de gestión de inventarios o gestión de stocks.

En la actualidad la Empresa Siderúrgica del Perú. S.A.A –SIDERPERÚ, controla sus inventarios de manera muy limitada, es decir:

- No se establece el momento exacto de realizar los pedidos, se realizan los pedidos cuando el stock de cada material se está agotando o aproximando a cero. Los materiales no tienen un punto de Reposición.
- Las cantidades a pedir de cada material se determinan en el momento, solo en función de su consumo aproximado, basándose solamente en el conocimiento de los materiales y experiencia que tienen los trabajadores y jefe de almacén. Las cantidades a pedir de cada material no están establecidas.
- Existe poca coordinación con los compradores de materiales para establecer los tiempos exactos de reposición/lead time.
- Existe poca coordinación con los usuarios de los materiales, los materiales no están clasificados en función de su importancia operacional.

Debido a la complejidad para establecer fórmulas matemáticas para la gestión de inventarios, por la gran cantidad de materiales de reposición, por la falta de personal calificado, el almacén de Siderperú aún no tiene un modelo matemático

para determinar, stocks máximos, stocks mínimos, cantidades a pedir, puntos de reposición, etc.

Por eso es importante que la Empresa Siderúrgica del Perú. S.A.A –SIDERPERÚ; desarrolle un modelo de gestión de inventarios, para evitar paradas de planta no planificadas y lograr dar un mejor servicio a los usuarios de cada área o cada planta. Para ello también es importante una mayor coordinación con los compradores de los materiales y con los usuarios de estos.

En la actualidad existen sistemas informáticos muy reconocidos, que ayudan al éxito de la gestión de inventarios. Uno de ellos el Sistemas, Aplicaciones y Productos / Systems, Applications and Products (SAP) con su módulo de gestión de materiales / Material Management (MM).

1.1.2. Formulación del Problema

¿Con la Propuesta de un modelo de gestión de inventarios para la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. –SIDERPERÚ se lograra minimizar la ruptura de stocks y minimizar la cobertura de stocks de materiales necesarios para el mantenimiento, reparación y operaciones?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Actualmente la Planificación de Inventario en el almacén de materiales MRO (mantenimiento, reparación y operación) de la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. - SIDERPERÚ. Presenta un deficiente nivel de servicio con sus usuarios de diferentes plantas, por falta de materiales generado por la ruptura de stock. Generando algunas veces paradas de plantas no planificadas y rechazos de tareas por falta de materiales de seguridad (EPPs).

Sabiendo que actualmente el control de inventarios en el almacén de Siderperú se realiza de manera muy limitada y deficiente, se realizará el siguiente trabajo de Investigación en empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. – SIDERPERÚ con el objetivo principal de Proponer un modelo de gestión de inventarios para garantizar la satisfacción de la demanda interna de materiales a todos los usuarios de las diferentes áreas.

Con la presente investigación en la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. – SIDERPERÚ, tendrá los siguientes beneficiarios:

- Los usuarios de todas las Áreas.
- Los usuarios de materiales de mantenimiento, reparación y operaciones de todas las plantas.
- Los compradores de materiales.
- Y todos los relacionados con la gestión de Inventarios de Materiales.

Con la propuesta e implementación de un modelo de gestión de Inventarios para la Empresa Siderúrgica del Perú. S.A.A.-SIDERPERÚ se garantiza competitividad, controlando eficientemente la inversión en materiales. Garantizando la disponibilidad de materiales que los usuarios requieran para la operación, mantenimiento y reparación.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Proponer un Modelo de Gestión de Inventarios para la Empresa Siderúrgica del Perú. S.A.A. – SIDERPERÚ.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Clasificar los materiales en función al Perfil de consumo, características, valor de consumo mensual e importancia operacional.
- Implementar una política de Stocks de acuerdo a la clasificación de cada material.
- Minimizar la cobertura del stock de materiales.
- Minimizar la ruptura de stock de materiales.
- Evaluar el modelo de Gestión de Inventarios en función a los indicadores de control.

2. CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Información General de la Empresa

La empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.-SIDERPERÚ es una empresa Siderúrgica privada perteneciente al sector industrial dedicada a la fabricación y comercialización de productos de acero de alta calidad. Cuenta con los siguientes procesos: Alto horno, Acería, Laminación de productos largos, Laminación de productos planos, productos planos revestidos, Productos tubulares, Viales.

Cuenta con los siguientes Productos: Barras de construcción, barras Mineras, alambrón, tubos, Plancha gruesa, bobinas de acero laminadas en frio y en caliente y productos viales.

La Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.-SIDERPERÚ se ubica en la ciudad de Chimbote, capital de la provincia del Santa, en la costa Noroeste del Perú a 431 Km de Lima y a 210 Km de Huaraz.

Desde 1958 la empresa exhibe con orgullo ser la primera y más grande siderúrgica del Perú que ofrece al mercado nacional e internacional el mejor acero del Perú, gracias a la capacidad y esfuerzo de cada uno de sus trabajadores.

Fue el 9 de mayo de 1956 cuando nace la primera y más grande siderúrgica del Perú, con la creación de la sociedad de gestión de la planta Siderúrgica de Chimbote y la Central Hidroeléctrica del cañón del pato (SOGESA), Con el fin de administrar la industria pesada y aprovechamiento hidráulico del cañón del pato. En julio de ese mismo año. El general Juan Mendoza, en representación del entonces presidente de la República, General Manuel Odría, inauguró el tren laminador de planchas de la planta de Laminación.

El funcionamiento de este primer equipo, sirvió para el entrenamiento del personal peruano que operaria la planta siderúrgica. Posteriormente, el 21 de abril de 1958 fue inaugurada la Planta Siderúrgica de Chimbote por el Presidente Manuel Prado, en esta fecha el Presidente conectó la llave que encendió el horno de la Planta de Hierro, poniéndolo en operación con la energía de Huallanca. En sus inicios, la

siderúrgica estaba constituida por la planta de hierro que operaba con dos hornos eléctricos y la planta de laminación no planos, que contaba con un laminador desbastador y un laminador mercantil.

Desde el 2006 Siderperú se encuentra bajo la administración del Grupo Gerdau (inversionistas brasileños), Compro más del 70% de las acciones de la empresa. Actualmente la Empresa tiene una Estructura Organizacional con las siguientes gerencias: Gerencia Comercial, Gerencia Industrial, Gerencia Suministros, Gerencia Finanzas, Gerencia RH, Gerencia SOP, Gerencia Logística.

2.1.2. Misión y Visión

Misión:

“Generar valor a nuestros clientes, accionistas, colaboradores y a la sociedad, actuando en la industria del acero en forma sostenible”

Visión:

“Ser global y referente en los negocios que se actúa”

2.1.3. Estructura Organizacional

En la actualidad la Empresa Siderúrgica de Perú - SIDERPERÚ tiene la siguiente estructura organizacional:

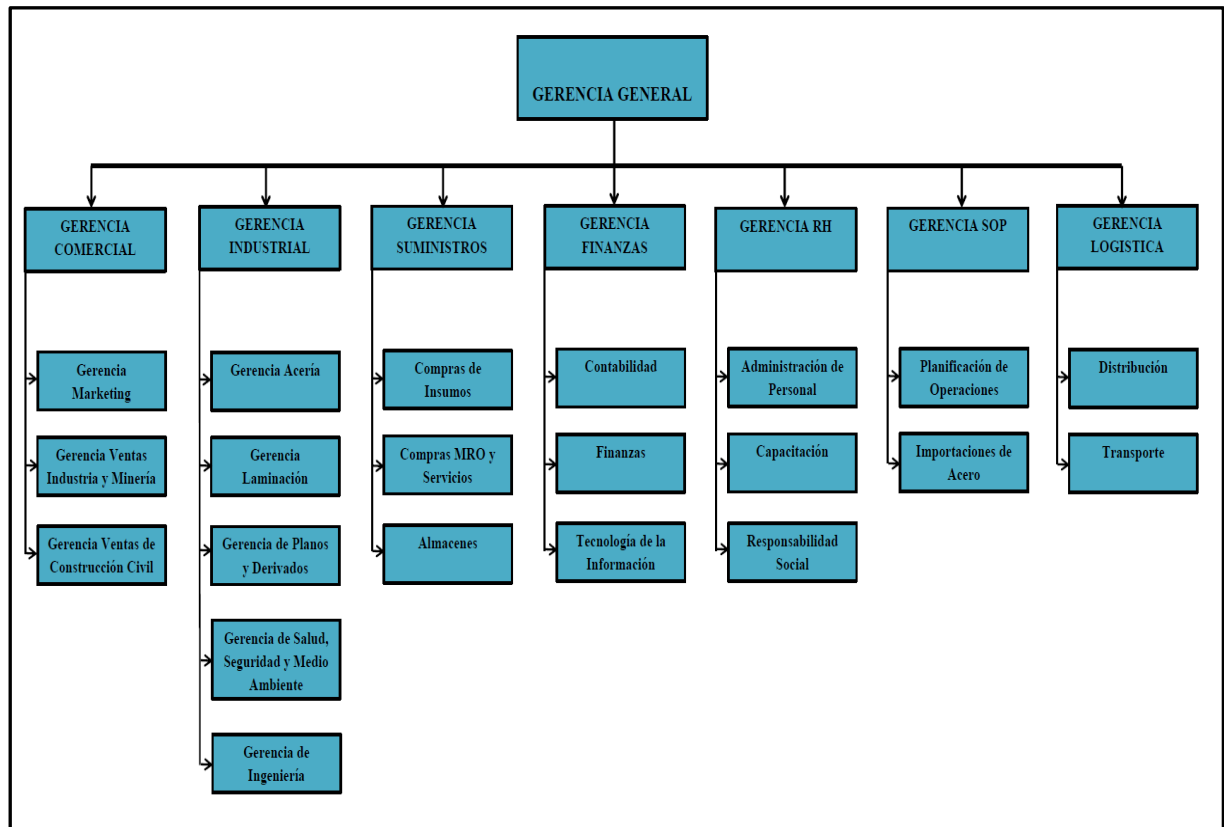


Gráfico 2.1. Estructura Organizacional.

Fuente: Siderperú (Elaboración Propia).

2.1.4. Proceso Productivo

La Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.- SIDERPERÚ produce acero por dos medios de fabricación diferentes: vía alto horno (Teresita) - Convertidores LD y vía chatarra (productos metálicos) – Hornos Eléctricos. Cuenta con un complejo productivo integrado para la fabricación de acero en el Perú.

En la actualidad el Alto Horno (Teresita) no está operando ya que importar el Acero (palanquillas) que se obtiene de este proceso es más rentable Importarlo que fabricarlo. Por eso la existencia de una jefatura de Importaciones de Acero en la gerencia de SOP.

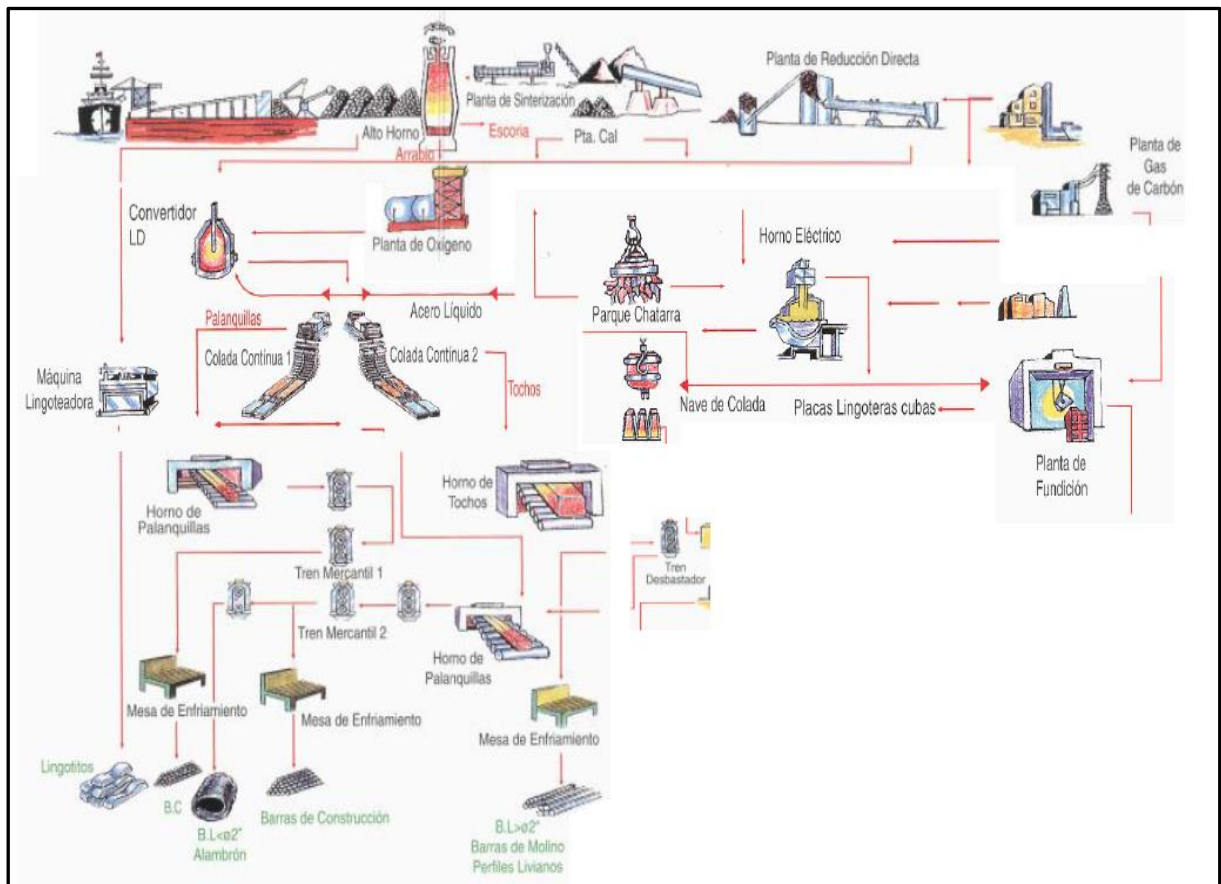


Gráfico 2.2. Flujograma del Proceso Productivo.

Fuente: SIDERPERÚ.

2.1.4.1. Planta de Acería

SIDERPERÚ produce acero vía Horno Eléctrico o EAF (Electric Arc Furnace – Horno de arco eléctrico) utilizando como materia prima chatarra que mediante el proceso de Fundición con fundentes y ferroaleaciones se obtiene acero, con una composición química deseada. El horno eléctrico tiene una capacidad de 1000 Tn/día de acero líquido.

Las cargas de chatarra son preparadas en cestas, estas son trasladadas utilizando Grúas puentes de 50 Tn de capacidad y luego son descargadas dentro del Horno Eléctrico para iniciar el procesos de Fundición.

A continuación se utiliza coladas continuas para solidificar el acero Líquido, con equipos de lingotamiento continuo, estos vierten el acero sobre moldes llamados Lingoteras de Cobre de distintas medidas, para obtener:

- Palanquillas, que serán utilizadas en la planta de laminación para obtener barras de construcción.
- Tochos, que serán utilizados en la planta de laminación para obtener barras de molino.

2.1.4.2. Planta de Laminación

En la planta de laminación las palanquillas y tochos se procesan en trenes de laminación después de ser recalentados en sus hornos respectivos (Horno de recalentamiento de palanquillas y Horno de recalentamiento de Tochos). Posteriormente se procede a laminarlos y transformarlos en barras de construcción o en barras de molino.

Laminación de productos largos, cuenta con dos trenes mercantiles que laminan palanquillas a razón de 20,000 Tn/ mes y 18,000 Tn/mes respectivamente, para obtener barras de construcción. Cuenta con un tren desbastador que lamina tochos para obtener barras de molino a razón de 20,000 Tn/mes.













ETAPA		FASES		ETAPA DEL PROCESO	
Materia Prima		Patio de chatarra			
Alimentación		Preparación De la Cesta			
		Cargamento			
Fusión		Horno Eléctrico	Fusión		
			sangrado		
Afino secundario		Horno Cuchara	Desoxidación		
			Desulfuración		
			Ajuste De Composición		
Lingotamiento continuo		Acero Liquido			
		Colada continua a Cuatro líneas			
Recibidos		Mesa de Enfriamiento			

Gráfico 2.3. Flujo del Proceso Acería.
Fuente: Siderperú (Elaboración Propia).













ETAPA		FASES		ETAPA DEL PROCESO	
Materia Prima		Parque de Palanquillas			
Alimentación		Mesa de Carguío			
		Horno O.F.U			
Laminación		Tren 450	Caja 1		
			Caja 2		
		Tren 300	Caja 3		
			Caja 4		
			Caja 5		
			Caja 6		
			Caja 7		
Recibidos		Meza de Enfriamiento			
Empaquetado		Cizalla (200 Tn.)			
		Balanza			
Almacenamiento		Almacén de Producto Terminado			

Gráfico 2.4. Flujo de Proceso Laminación.
Fuente: Siderperú (Elaboración Propia).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cadena de Suministros

Chase, Jacobs & Aquilano (2009). Establecen que el manejo de la cadena de suministros es un tema importante en los negocios actuales. La idea consiste en aplicar un enfoque de sistemas total para manejar todo el flujo de la información, materiales y servicios de los proveedores de materia prima a través de fábricas y bodegas al usuario final.

Según Bowersox, Closs & Cooper (2007). La administración de la cadena de suministros consiste en la colaboración entre las empresas que persiguen un posicionamiento estratégico común y pretenden mejorar su eficiencia operativa.

El contexto de una cadena de suministros integrada es una colaboración de varias firmas que considera un sistema de flujo y restricciones de recursos importantes. Dentro de este contexto, la estructura y la estrategia de una cadena de suministros se produce a partir de los esfuerzos que permiten cumplir el compromiso operativo de una empresa con sus clientes, al mismo tiempo que apoyen las redes de distribución de proveedores para obtener una ventaja competitiva.

Para Chopra & Meindl (2007). Cada etapa en la cadena de suministros se conecta a través de flujo de productos, información y fondos. Estos flujos ocurren con frecuencia en ambas direcciones y pueden ser administrados por una de las etapas o un intermediario.

El objetivo de una cadena de suministros debe ser maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministros genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de este.

El termino cadena de suministro proviene de una imagen de manera que las organizaciones estén vinculadas desde el punto de vista de una compañía en particular.

En el grafico 2.5 muestra una cadena de suministros global para las compañías de manufacturas y servicios. Obsérvese el vínculo entre los proveedores que ofrecen insumos, las operaciones de apoyo a la manufactura y los servicios que transforman en productos, los proveedores de distribución y servicios locales que localizan el producto.

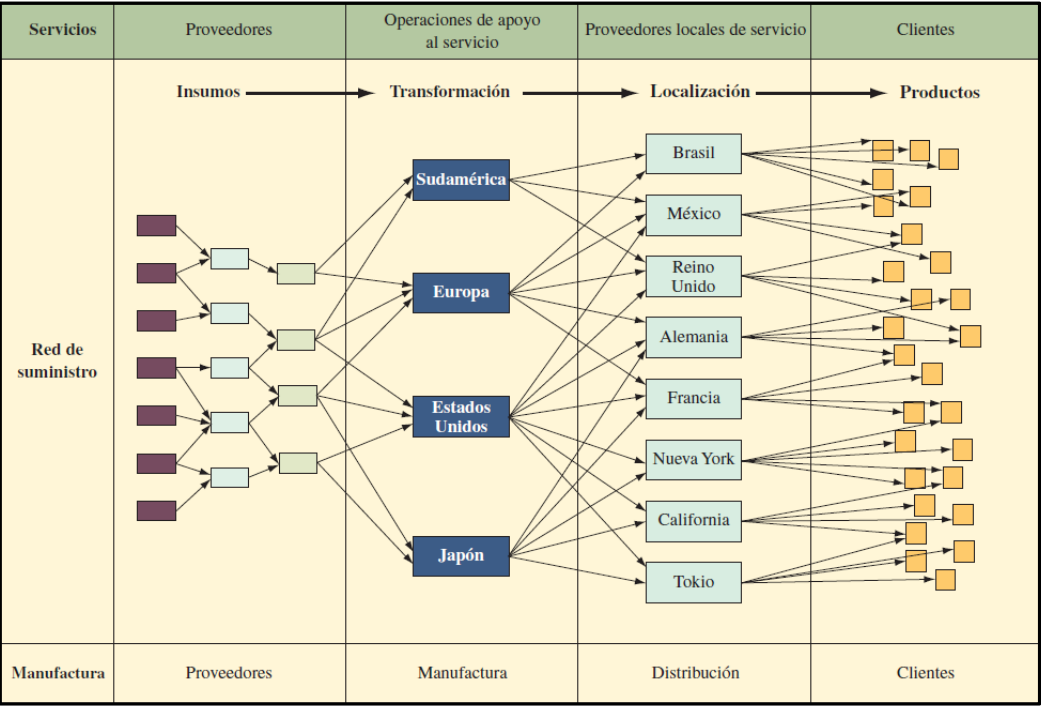


Gráfico 2.5. La red de cadenas de Suministro.
 Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p.365).

2.2.1.1. Cadena de suministros de Servicios

La función del cliente y la dirección de flujo del proceso de entrega son las principales distinciones entre la cadena de suministro de servicio y la cadena de suministro de manufacturas. Es decir la cadena de suministros de servicios se enfoca en la interacción del cliente y del proveedor, mientras que las cadenas de suministro de manufactura se centran en la creación y entrada de un bien material.

En las cadenas de suministros de servicios, los clientes cumplen una función adicional en la que proporcionan retroalimentación al prestador de servicio.

2.2.1.2. Subcontratación

La subcontratación es el acto de trasladar parte de las actividades internas de una empresa y las responsabilidades sobre las decisiones a prestadores foráneos. Los términos del acuerdo se asientan en un contrato.

Ha habido un notable crecimiento de la subcontratación en el área logística. La logística es un término que se refiere a las funciones administrativas que apoyan el ciclo completo de flujo de materiales: de compras y control interno de las materias para producción, a la planeación y control de trabajo, la compra, embarque y distribución del producto terminado.

2.2.2. Inventario

Inventario son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinar aquellos a mantener, el momento que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos.

Por convención, el término inventario de manufactura se refiere a las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de la empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en: materia prima, productos terminados, componentes, suministros y trabajo en proceso

Bowersox, et al. (2007). Establece que las decisiones de inventario son de alto impacto y de alto riesgo en toda la cadena de suministros. El inventario comprometido para apoyar las ventas futuras impulsa varias actividades predictivas de la cadena. Sin un artículo adecuado en el inventario, se generan ventas y se genera insatisfacción en el cliente.

Según Ballou (2004). Hay numerosas razones por las cuales los inventarios están presentes en un canal de suministros; aun así, en años recientes, el mantenimiento de inventarios ha sido totalmente criticado como innecesario y antieconómico.

Todas las empresas de producción de bienes o servicio deben mantener un suministro de inventario por las siguientes razones:

Mantener la independencia entre operaciones. El suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones.

Cubrir la variación en la demanda. Si la demanda del se conoce con precisión quizá sea posible producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda. Sin embargo, por lo regular, la demanda no se conoce por completo y es preciso tener inventarios de seguridad o de amortización para absorber la variación.

Permitir flexibilidad en la programación de producción. La existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para tener listos los bienes.

Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido. Hay costos relacionados con los pedidos: mano de obra, llamadas telefónicas, envío postal, etc. Por tanto, mientras más grande el pedido, la necesidad de reducir otros pedidos se reduce.

2.2.2.1. Costos del inventario

Al tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario, es necesario considerar los costos siguientes:

Costo de mantenimiento. Esta amplia categoría incluye el costo de las instalaciones de almacenamiento, manejo de seguros, daños, obsolescencias, depreciación y el costo de oportunidad del capital.

Costo de configuración. La fabricación de cada producto comprende la obtención del material necesario, el arreglo de las configuraciones específicas en el equipo, el llenado del papeleo requerido, el cobro apropiado del tiempo y el material, las salidas de las existencias anteriores.

Costo de pedido. Estos costos se refieren a los costos administrativos y de oficina por preparar la orden de compra. Incluye todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades a pedir. Los costos asociados con el mantenimiento del sistema necesario para rastrear los pedidos también se incluyen en esta categoría.

Costos de faltantes. Cuando las existencias de piezas se agotan, los pedidos deben esperar hasta que las existencias se vuelvan a sustituir. Se establecen soluciones de compromiso entre manejar existencias para cubrir la demanda y cubrir los costos que resultan por faltantes.

Ballou (2004). Establece que aunque mantener inventarios tiene un costo asociado, su uso puede reducir indirectamente los costos de operación de otras actividades de la cadena de suministros, que podrían más que compensar el costo del manejo de inventarios.

Primero, mantener inventarios puede favorecer economías de producción, lo que permite periodos de producción más grande, más largos y de mayor nivel. El rendimiento de la producción puede estar desacoplado de la variación de los requerimientos de la demanda, por lo que los inventarios existen para actuar como amortiguadores entre los dos.

Segundo, mantener inventarios alienta economías de compra y la transportación. Un departamento de compras puede comprar en cantidades mayores a las necesidades inmediatas de su empresa para obtener descuentos por precio y cantidad. El costo de mantener cantidades en exceso, hasta que se necesiten se equilibra con la reducción del precio que pueda lograrse.

Tercero, la compra adelantada implica adquirir cantidades adicionales de productos a precios actuales más bajos, en vez de comprar a precios futuros que se pronostican más altos. Comprar cantidades más grandes que las necesidades inmediatas da origen a un inventario mayor que si se compraran cantidades que corresponden más de cerca a los requerimientos inmediatos. Sin embargo, si se espera que los precios aumenten en el futuro, pueden justificarse algunos inventarios que resulten de las compras adelantadas.

Cuarto, la variabilidad en el tiempo que se necesita para producir y transportar bienes por todo el canal de suministros puede causar incertidumbre que impacten en los costos de operación, así como en los niveles de servicio al cliente. Los inventarios se usan a menudo en muchos puntos del canal para amortiguar los efectos de esta variabilidad, y por lo tanto para ayudar a que las operaciones transcurran sin sobresaltos.

Quinto, en el sistema logístico pueden acontecer impactos no planeados ni anticipados. Huelgas laborales, desastres naturales, oleada en la demanda y retrasos en los suministros son ejemplos de contingencias contra los cuales los inventarios pueden ofrecer alguna protección.

2.2.3. Sistema de Inventario

Para Chase, et al. (2009). Los sistemas de inventario están diseñados para garantizar que una pieza estará disponible todo el año. Por lo general, la pieza se pide varias veces al año; la lógica del sistema indica la cantidad real pedida y el momento del pedido.

Según Bowersox, et al. (2007). Las políticas de inventario consisten en los lineamientos acerca de qué adquirir o fabricar, cuándo efectuar acciones y en qué cantidad. También incluye las decisiones acerca del posicionamiento geográfico del inventario.

Un sistema de control de Inventarios sirve para responder las siguientes preguntas: ¿Cuánto comprar? y ¿cuándo comprar? El cálculo del lote económico nos permite responder la primera pregunta, mediante un sistema de control de Inventarios debemos estar en la capacidad de responder las dos preguntas.

2.2.3.1. Modelo de la cantidad de pedido fija

Los modelos de cantidad de pedido fija tratan de determinar el punto específico R , en que se hará un pedido, así como el tamaño de este Q . El punto de pedido R , siempre es un número específico de unidades.

Según Chopra, et al. (2007). El punto clave de este modelo es disminuir el costo total. Los costos considerados incluyen el costo del material, el costo fijo de ordenar y el costo de mantener inventario.

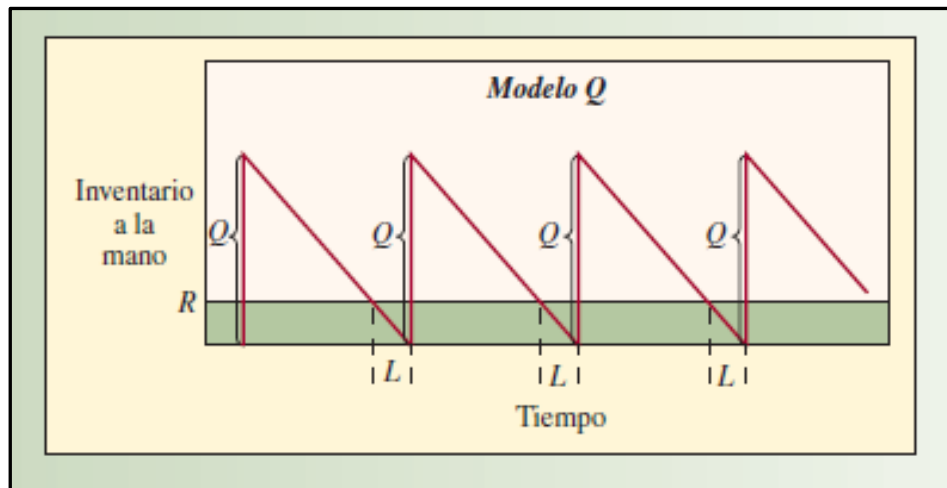


Gráfico 2.6. Modelo básico de cantidad de pedido fija.

Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p.556).

El gráfico 2.6 y el análisis acerca de derivar la cantidad de pedido óptimo, se basa en las siguientes características del modelo. Estas suposiciones son irreales, pero representan un punto de partida y permiten usar un ejemplo sencillo.

- La demanda del producto es constante y uniforme durante todo el periodo.
- El tiempo de entrega es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo por mantener el inventario se basa en el inventario promedio.
- Los costos de pedido son constantes.

$$\text{Costo Total (TC)} = C_{\text{compra}} + C_{\text{pedido}} + C_{\text{mantenimiento}}$$

$$\text{Costo Total (TC)} = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

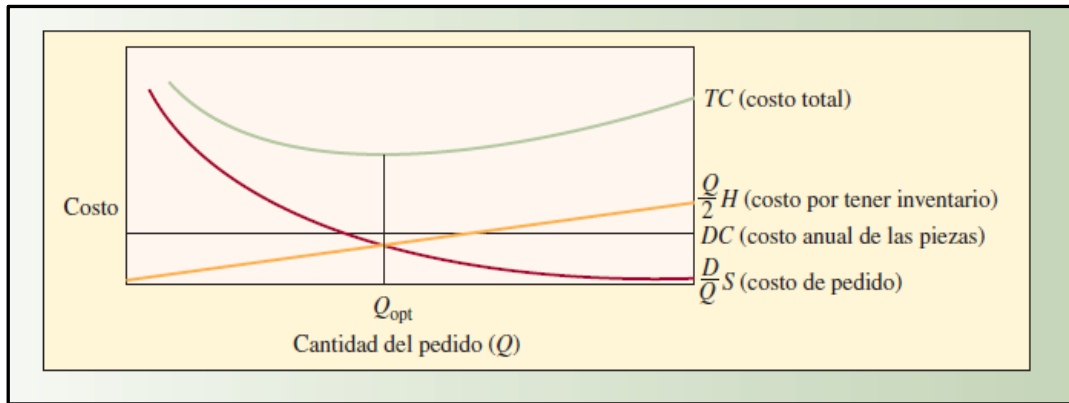


Gráfico 2.7. Costos anuales del producto.

Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p.557).

Donde: $TC =$ Costo total
 $D =$ Demanda (anual)
 $C =$ Costo por unidad
 $Q =$ Cantidad a pedir
 $R =$ Punto de volver a pedir
 $L =$ Tiempo de entrega
 $S =$ Costo de emisión de un pedido
 $H =$ Costo anual de mantenimiento de inventario

El segundo paso en el desarrollo de modelos consiste en encontrar la cantidad de pedido Q_{opt} en la que el costo es mínimo:

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2}\right) + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$R = d_m L$$

d_m = Demanda diaria Promedio (Constante)

L = Tiempo de entrega en días (Constante)

Obsérvese que, el costo de compra de las unidades no es necesario para determinar la cantidad del pedido ni el punto de volver a pedir, porque el costo es constante y no está relacionado con el tamaño del pedido.

Los costos totales de ordenar y mantener inventario son relativamente estables alrededor de la cantidad económica de pedido. A la compañía le conviene más ordenar un tamaño de lote práctico, cercano a la cantidad económica de pedido, en lugar del valor exacto de Q_{opt} .

2.2.3.2. Establecimiento de inventarios de seguridad

En el modelo anterior supone que la demanda es constante y conocida. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la demanda no es constante, sino que varía de un día para otro. Por lo tanto, es necesario mantener inventarios de seguridad para ofrecer cierto nivel de protección contra existencias agotadas.

Chase, et al. (2009). Define el **inventario de seguridad** como las existencias que se manejan además de la demanda esperada. En una distribución normal, esta sería la media. Por ejemplo, si la demanda mensual promedio es de 150 unidades y se espera que el otro mes sea igual, si se manejan 160 unidades, se tienen 10 unidades de inventario de seguridad.

Para Chopra, et al. (2007). El inventario de seguridad es aquel que se mantiene para satisfacer la demanda que excede la cantidad pronosticada para un periodo dado. El inventario de seguridad se mantiene debido a que la demanda es incierta y el producto puede escasear si la demanda real excede a la pronosticada.

Enfoque de Probabilidad. Es fácil utilizar el criterio de la probabilidad para determinar los inventarios de seguridad. En los modelos utilizados, se supone que la demanda en un periodo tiene una distribución normal, con una media y una desviación estándar. Este enfoque solo considera la probabilidad de quedarse sin inventario, no la cantidad de unidades faltantes.

Es común que las compañías utilicen este enfoque para establecer en 95% la probabilidad de que el inventario no se agote.

2.2.3.3. Modelo de cantidad de pedido con Inventario de seguridad

Un sistema de cantidad de pedido fija vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel, R . El peligro de tener faltantes en este modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción.

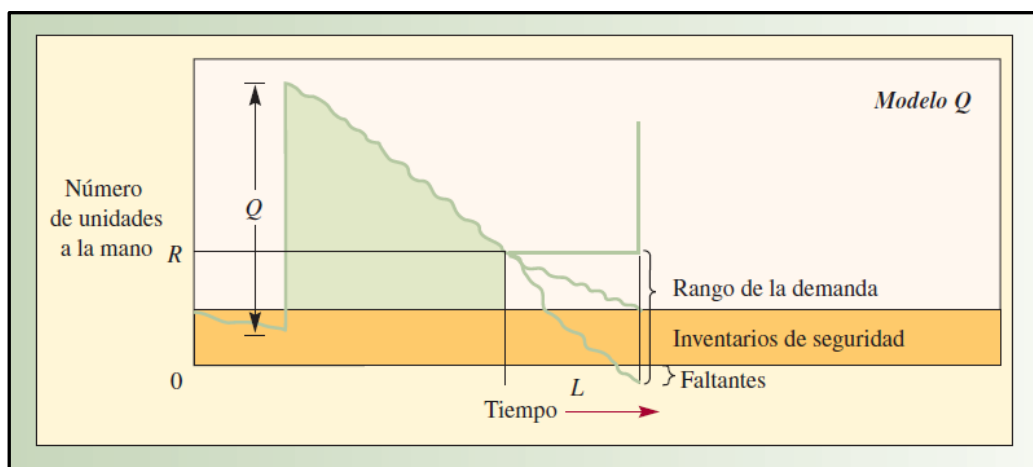


Gráfico 2.8. Modelo de la cantidad de pedido con inventario de seguridad.

Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p.560).

El punto de volver a pedir:

$$R = d_m L + z \sigma_L$$

R = Punto de volver a pedir unidades

d_m = Demanda diaria Promedio

L = Tiempo de entrega en días

z = N° de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio

σ_L = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

El término $z\sigma_L$ es el inventario de seguridad, este depende del nivel de servicio deseado.

$$d_m = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_m)^2}{n}}$$

Donde n es el número de días.

$$d_m = \frac{\sum_{i=1}^{30} d_i}{30}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (d_i - d_m)^2}{30}}$$

Por lo tanto, la diferencia clave entre un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda y otro en la que la demanda es incierta, radica en el cálculo del punto de volver a pedir. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre.

2.2.3.4. Modelos de Periodos Fijos

En un sistema de periodo fijo, el inventario se cuenta sólo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Es recomendable contar el inventario y hacer pedidos en forma periódica en situaciones como cuando los proveedores hacen visitas de rutina a los clientes y levantan pedidos para toda la línea de productos, también cuando los compradores quieren combinar los pedidos para ahorrar en el costo de transporte.

Los modelos de periodo fijo generalmente generan cantidades de periodos que varían de un periodo a otro, dependiendo de los índices de uso. Por lo general, para eso es necesario un nivel más alto de inventario de seguridad en comparación con el sistema de cantidad de pedido fija.

El sistema de cantidad de pedido fija supone el rastreo continuo del inventario disponible y posteriormente se hará un pedido al llegar a un punto de preposición correspondiente.

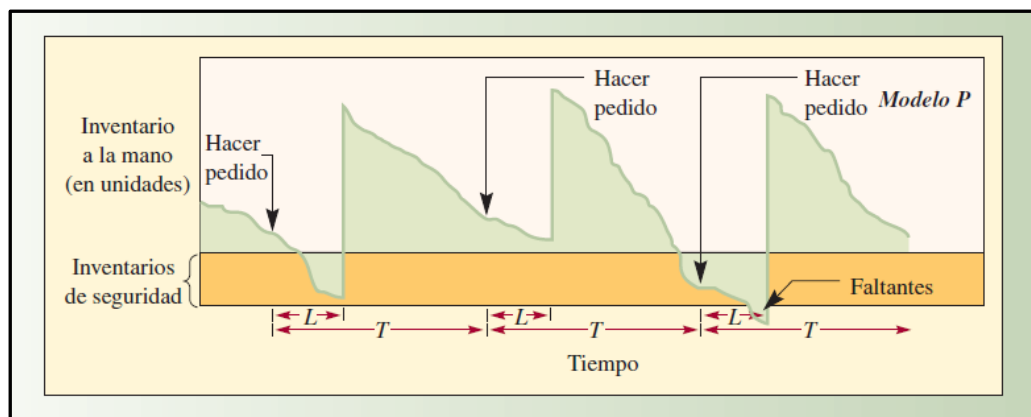


Gráfico 2.9. Modelo de inventario de periodo fijo.

Fuente: Chase, et al. (2009). "Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros" (p.563).

Los modelos de periodo fijo estándar suponen que los inventarios solo se cuentan en el momento específico de la revisión. Es posible que una demanda alta haga que el inventario llegue a cero justo después de hacer el pedido. Esta condición pasara inadvertida hasta el siguiente periodo de revisión, además el nuevo pedido tardara en llegar. Por lo tanto es probable que el inventario se agote durante todo el periodo

de revisión, T y el tiempo de entrega, L . Por consiguiente, el inventario de seguridad debe ofrecer una protección contra las existencias agotadas en el periodo de revisión mismo, así como durante el tiempo de entrega desde el momento que se hace el pedido hasta que se recibe.

2.2.3.5. Modelo de periodos fijos con inventarios de Seguridad

En un sistema de pedido fijo, los pedidos se vuelven a hacer en el momento de revisión, T y el inventario de seguridad que es necesario volver a pedir es:

$$\text{Inventario de Seguridad} = z\sigma_{T+L}$$

El gráfico 2.9 muestra un sistema de periodo fijo con un ciclo de revisión T y un tiempo de entrega constante, L . En este caso, la demanda tiene una distribución aleatoria alrededor de una media, d . La cantidad a pedir, q es:

$$q = d_m(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = Cantidad a pedir

T = El número de días entre revisiones

L = Tiempo de entrega en días

d_m = Demanda diaria Promedio

L = Tiempo de entrega en días

z = N° de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante la revisión, entrega

I = Nivel de inventario actual(Incluye las piezas pedidas)

La demanda, el tiempo de entrega, el periodo de revisión, etc., pueden estar en cualquier unidad de tiempo como días, semanas o años, siempre y cuando sean consistentes en toda la ecuación.

En este modelo, la demanda (d_m) puede ser pronosticada y revisada en cada periodo de revisión o se puede usar el promedio anual, siempre y cuando sea apropiado. Se supone que la demanda tiene una distribución normal.

El valor de z depende de la probabilidad de tener faltantes.

Para encontrar σ_{T+L} se usa la idea, de que la desviación estándar de una secuencia de variables aleatorias independientes es igual a la raíz cuadrada de la suma de las varianzas. Por lo tanto durante el periodo $T+L$ es la raíz cuadrada de la suma de varianzas para cada día:

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \sigma_{d_i}^2}$$

Como cada día es independiente y σ_d es constante

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T + L) \sigma_d^2}$$

2.2.3.6. Planeación del Inventario ABC

Mantener el inventario mediante el conteo, la elaboración de pedidos, la recepción de existencias, etc., requiere de tiempo del personal y cuesta dinero. Cuando existen límites para este recurso, el movimiento lógico consiste en tratar de utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario.

En el siglo XIX, Vilefredo Pareto, sobre su estudio de la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que el 20% de las personas controlaban el 80% de la riqueza. Esta lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia se amplió para incluir muchas situaciones, se conoce en la actualidad como el Principio de Pareto.

Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir y la cantidad a pedir. Casi todas las situaciones de control de inventario comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de la clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos:

A: Volumen de dinero alto.

B: Volumen de dinero moderado.

C: Volumen de dinero Bajo.

Clasificación ABC. Si el uso anual de las piezas de un inventario se presenta según el volumen de dinero, por lo regular, la lista muestra que un número reducido de piezas representa un volumen de dinero alto y que muchas piezas conforman un volumen de dinero bajo.

Generalmente la clasificación resultante es:

A: 70% del volumen de dinero.

B: 20 % del volumen de dinero.

C: 10 % del volumen de dinero.

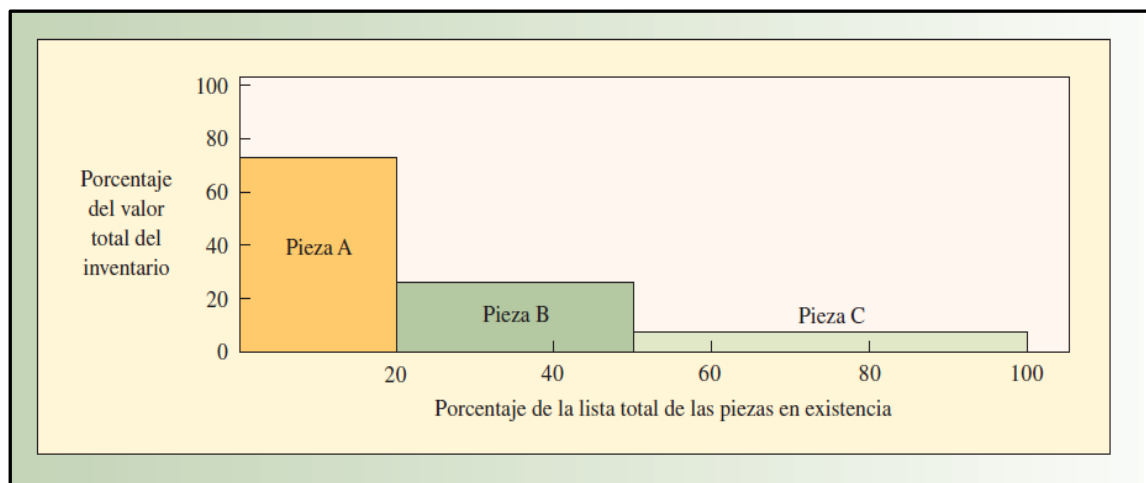


Gráfico 2.10. Clasificación del Inventario ABC.

Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p.570).

El Propósito de clasificar las piezas en grupos es establecer el grado de control apropiado sobre cada uno. Hay que tener en cuenta que el costo unitario de las piezas no tiene ninguna relación en su clasificación.

2.2.4. Planeación de Requerimiento de Materiales(MRP)

Según, Chase, et al. (2009). Las empresas de producción, incluso las que se consideran pequeñas, han instalado casi universalmente sistemas de **planeación de requerimiento de materiales (MRP)**.

La causa es que el MRP es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final. MRP también proporciona un programa para especificar cuándo hay que producir o pedir estos materiales, piezas y componentes.

La planeación del inventario consiste en determinar cuándo hacer y cuándo incluir un pedido. Cuándo hacer el pedido se determina mediante el promedio de la variación en la demanda y el reabasto. Cuánto incluir en el pedido se determina mediante la cantidad del pedido. El control del Inventario es el proceso de vigilar el estado del inventario. (Bowersox, et al., 2007).

MRP se basa en la demanda dependiente, la que es resultado de la demanda de artículos de nivel superior. Determinar el número de piezas de demanda dependiente que se necesitan es, básicamente, cuestión de multiplicar. Si una pieza A se hace con cinco piezas B, cinco piezas A requieren 25 piezas B. Como resultado de esta multiplicación, la necesidad de otras piezas de demanda independiente se vuelve más y más irregular conforme avanza en la secuencia de elaboración de los productos. “irregular” significa que las necesidades aumentan o disminuyen, en lugar de mostrar una dispersión uniforme. Esto obedece a la manera en la que se hace la manufactura. Cuando se fabrica por lotes, las piezas necesarias para producirlos se sacan de inventario en cantidades (quizás todas al mismo tiempo) y no de una en una.

2.2.4.1. Aplicación del MRP

MRP tiene más provecho en las industrias donde varios productos se hacen en lotes con el mismo equipo de producción, se aprovecha más a las compañías dedicadas a la operación de ensamble y mucho menos a las de fabricaciones. No funciona bien en compañías que producen pocas unidades al año, especialmente en las compañías que fabrican productos caros y complicados que requieren y diseño avanzado. La

experiencia ha demostrado que los márgenes de tiempo son muy tardados e inseguros y la configuración de los productos es demasiado compleja.

Aplicaciones Industriales y beneficios del MRP:

Ensamble a existencias. Los beneficios son grandes, combina múltiples partes componentes en un producto terminado, que se guarda en inventario para satisfacer la demanda de los clientes. Ejemplo: relojes, herramientas, electrodomésticos.

Fabricación a existencias. Los beneficios son escasos, los artículos se maquinan, más que armarse. Son existencias generalmente guardadas en anticipación de la demanda de los clientes. Ejemplos: anillos de pistones, alternadores eléctricos.

Ensamble a pedidos. Los beneficios son grandes, se hace un ensamble final de opciones estándares que escoge el cliente final. Ejemplo: camiones, motores.

Fabricación a pedido. Los beneficios son escasos, las piezas se maquinan sobre pedido de los clientes. En general se trata de pedidos industriales. Ejemplo: engranajes, cojinetes, cinturones.

Manufactura a pedidos. Los beneficios son grandes, las piezas se fabrican o arman completamente según las especificaciones de los clientes. Ejemplo: generadores de turbinas, máquinas, herramientas pesadas.

2.2.4.2. Estructura del sistema MRP

El aspecto de planeación de requerimientos de materiales de las actividades de manufactura guarda una relación estrecha con el programa maestro, el archivo con la lista de materiales y los informes de producción.

En esencia, el sistema de MRP funciona como sigue: el programa maestro de producción señala el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos. En un archivo con la lista de materiales se especifica la lista de materiales que se usan para hacer cada pieza y las cantidades correctas de cada uno. El archivo con el registro de inventarios contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas. Estas fuentes, se convierten en fuentes de datos para el programa de requerimiento de materiales

Demanda de Productos. La demanda de productos terminados viene principalmente de dos fuentes. La primera son los clientes conocidos que hacen pedidos específicos, como los que generan en el departamento de Ventas, o de transacciones entre departamentos. Estos pedidos tienen por lo general una fecha de entrega prometida. La segunda es la demanda pronosticada, que abarca los pedidos de demanda independiente. La demanda de los clientes conocidos y la demanda pronosticada se combinan y se convierten en la base para el programa maestro de producción.

Además de la demanda de productos finales, los clientes también ordenan piezas y componentes como reserva o como reacciones para servicios y reparación. Estas demandas no son pieza normal del programa maestro de producción. Sino que se incorporan al programa de planeación de requerimiento de materiales en los niveles apropiados.

Lista de Materiales. El archivo con la lista de materiales contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además la secuencia en la que se elaboran los productos. Esta lista de materiales es uno de los principales elementos del programa MRP.

El archivo con la lista de materiales se llama también archivo de estructura del producto, porque muestra cómo se arma un producto.

Contiene información para identificar cada artículo y la cantidad usada por unidad de la pieza de la que es parte.

Registro de Inventario. El archivo de registro de inventario puede ser muy grande. El programa MRP abre el segmento de estado de registro de acuerdo con periodos específicos. Estos registros se consultan según se considere durante la ejecución del programa.

2.2.4.3. Tamaño del Lote en el MRP

Determinar los tamaños de lotes en los sistemas MRP es un problema complicado y difícil. Los tamaños de los lotes son cantidades de piezas emitidas en la entrada de pedidos planeados y las selecciones de expedición de pedidos planeados de un programa MRP. En el caso de las piezas producidas internamente, los tamaños de lotes son las cantidades de producción de los tamaños de lotes. En cuanto a las

piezas compradas, se refiere a las cantidades pedidas al proveedor. Los tamaños del lote por lo común cumplen con los requisitos de las piezas durante uno o más periodos.

La mayoría de técnicas para determinar los tamaños de lotes se refieren a como equilibrar los costos de preparación o costos de pedidos y mantener los costos asociados al cumplimiento de los requisitos generados por el proceso de planeación MRP. Muchos sistemas MRP tienen opciones para calcular los tamaños de lote basadas en las técnicas más utilizadas.

El uso de las técnicas para determinar los tamaños de lotes aumenta la complejidad de ejecutar programas MRP en una planta. En un intento por ahorrar costos de preparación, se debe almacenar el inventario generado con las necesidades de tamaños de lotes más grandes, lo que complica mucho más la logística de la planta.

Lote por Lote. La técnica lote por lote es la técnica más común que:

- Establece pedidos planeados que corresponde exactamente con las necesidades netas.
- Produce exactamente lo necesario cada semana sin transferencia a periodos futuros.
- Minimiza el costo de bienes inactivos.
- No toma en cuenta los costos de preparación ni las limitaciones de capacidad.

Cantidad de Pedido Económico. El modelo EOQ equilibra explícitamente los costos de preparación y retención, debe existir una demanda ligeramente constante o mantenerse existencias de seguridad para cuando haya variabilidad de la demanda.

En el modelo EOQ se utiliza un estimado de la demanda anual total, el costo de preparación o pedido y el costo anual de retención. El diseño de EOQ no es para un sistema con periodos de tiempo discretos como MRP, la cantidad de pedido económica se calcula de la siguiente manera:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D = Demanda Anual

S = Costo de Preparación (Costo de emisión de un pedido)

H = Costo de Retención

2.2.5. Servicio logístico

Para Bowersox, et al. (2007). Casi cualquier nivel de servicio logístico puede ser factible si una empresa está dispuesta a comprometer los recursos requeridos. En el ambiente operativo actual, el factor limitante es la economía, no la tecnología.

Por ejemplo, se puede establecer un inventario en un lugar geográficamente cercano a un cliente importante, un mayorista. Es posible contar con una flotilla de camiones en constante disponibilidad para realizar los procesos de entrega. Con el fin de facilitar el procesamiento de pedidos, se establecen comunicaciones que pueden mantener en tiempo real en una operación logística entre un cliente y un proveedor.

La creación y el desempeño logístico básico se miden en términos de la disponibilidad, desempeño operativo y la confiabilidad del servicio.

La disponibilidad implica tener un inventario que cumpla de manera regular con los requerimientos de materiales o productos del cliente.

El desempeño operativo aborda el tiempo requerido para entregar el pedido de un cliente, implica una entrega rápida y regular.

La confiabilidad del servicio conlleva los atributos de la calidad logística, la clave para la calidad es la medición precisa es de la disponibilidad y el desempeño operativo.

2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

VIVAS, WILLIE (2013). “RE Diseño DE LOS PROCESOS DE ALMACÉN PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO EN EL ALMACÉN DE UNA EMPRESA PETROLERA”, trabajo de investigación realizado para la obtención del título de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura. Propone mejoras en el nivel de servicio en el almacén de insumos de una empresa, mediante el rediseño de los procesos que se realizan en este.

Se realizó un análisis cualitativo de cada proceso, exponiendo evidencias de problemas que se presentan en cada uno de ellas. Luego se fija el nivel de servicio como una forma de medir el desempeño de la gestión de almacenamiento; desde la perspectiva del usuario interno y finalmente tomando como punto de comparación un indicador de nivel de servicio, se plantean cambios en los procesos que dan por resultado la mejora de este indicador.

Con los cambios propuestos en los procesos de almacén, se logra que el nivel de servicio mejore hasta alcanzar casi el 90% de meta de servicio.

TORRES, KARLA (2013). “PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA EN EL SISTEMA DE ALMACENES E INVENTARIOS EN LA CENTRAL PIURANA DE ASOCIACIONES DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE BANANO ORGÁNICO CEPIBO-SULLANA”, trabajo de investigación realizado para la obtención del título de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura. Propone la mejora de la gestión logística en el sistema de almacenes enfocándose en la disminución de los niveles de stock, para mantener un inventario balanceado. Reduciendo los costos de almacenamiento.

TÁVARA, CARMEN (2014). “MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACÉN PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN LOGÍSTICA DE LA EMPRESA COMERCIAL DE PIURA” trabajo de investigación realizado para la obtención del título de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura. Propone una clasificación de los almacenes detallando la importancia, con la finalidad de lograr una mayor fluidez de las operaciones continuas de la empresa. Aplicando técnicas ABC con la finalidad de clasificar los productos dando prioridad a los de más alta rotación, ubicados en las áreas que se logre su optimización.

3. CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada, para el diseño del modelo de Gestión de inventarios de Materiales; se pondrá en práctica conocimientos académicos y con el complemento de la experiencia profesional se dará solución al problema que se presenta en el presente trabajo de Investigación.

El nivel de la investigación es Descriptiva, se realizara una obtención de datos de materiales de mantenimiento, Reparación y Operación (MRO). En función de sus perfil de consumo, tiempo de reposición/Lead Time (ver anexo N° 01), valor de consumo mensual (ver anexo N° 02), importancia operacional (ver anexo N° 03), etc. Para su posterior análisis y diseño del Modelo de Gestión de Inventarios.

El presente trabajo es de *diseño* no experimental y de tipo transversal, no existen variables dependientes ni variables independientes. Los datos de las características de los materiales, perfil de consumo, importancia operacional y su posterior análisis se realizar en un tiempo determinado.

3.2. COBERTURA DEL ESTUDIO, POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra de esta Investigación son los 1133 materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO) que se gestionan en el ALMACÉN MRO de la empresa siderúrgica del Perú S.A.A. – SIDERPERÚ.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN

En la presente investigación se utilizara *la observación* para la recolección de datos, a través de fichas, hojas de datos de cada material. También se utilizara *entrevistas* para la información de fuentes primarias, aquella que se obtienen de primaria mano, información dada por los usuarios de cada material, jefes de área, encargados de mantenimiento, compradores y demás colaboradores de la empresa relacionados con cada material.

3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de datos obtenidos en la recolección de toda la información necesaria para este trabajo de Investigación y para evaluar el modelo de gestión de Inventarios, se utilizara la *Visualización de Datos*. Utilizando gráficos para los indicadores de gestión, tablas, diagramas, cuadros, etc.

3.5. FASES DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Diagnóstico de la Problemática

La Empresa siderúrgica del Perú S.A.A. Para la fabricación de aceros, necesita de una red interna de suministros para realizar todas sus operaciones.

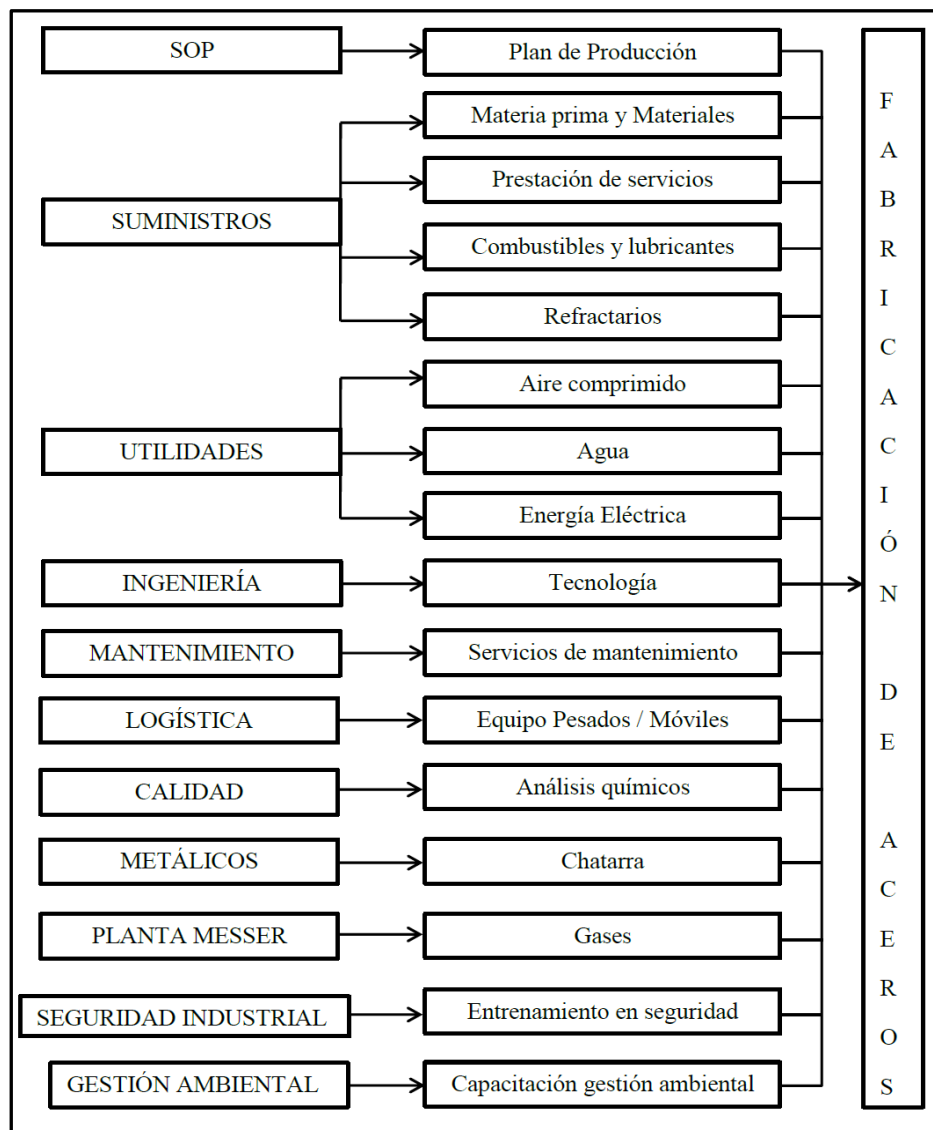


Gráfico 3.1. Red de Suministros para la fabricación de aceros.
Fuente: Siderperú (Elaboración Propia).

3.5.1.1. Gerencia de Suministros

La Gerencia de Suministros es una de las áreas más importantes para las operaciones de Siderperú; como se observa en el Grafico 3.1. Tiene como función principal abastecer de materiales, servicios e insumos que garanticen el proceso productivo.

Suministros es responsable del proceso de adquisición de materiales y servicios, desde que se inicia el proceso de compra, del almacenamiento y posterior distribución de los materiales a los diferentes usuarios.

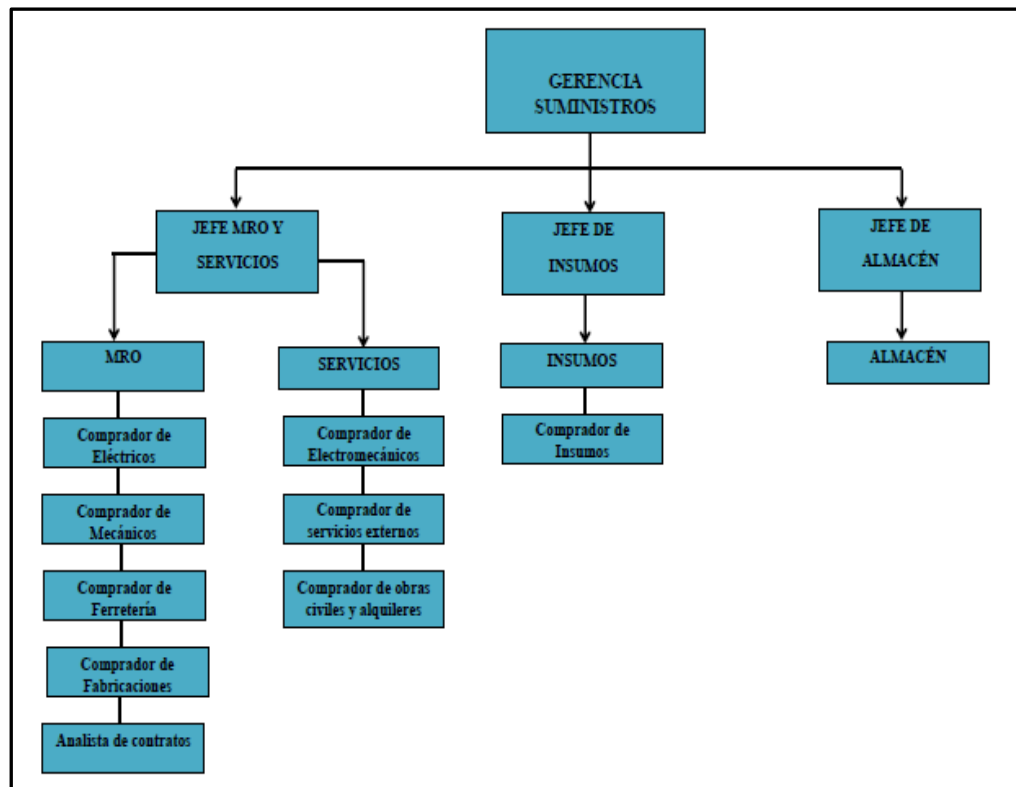


Gráfico 3.2. Organigrama de Suministros.

Fuente: Suministros - Siderperú (Elaboración Propia).

3.5.1.2. Almacén

La Presente investigación se realizó en el almacén de materiales de Siderperú, forma parte de la Gerencia de Suministros y tiene la siguiente estructura organizacional.

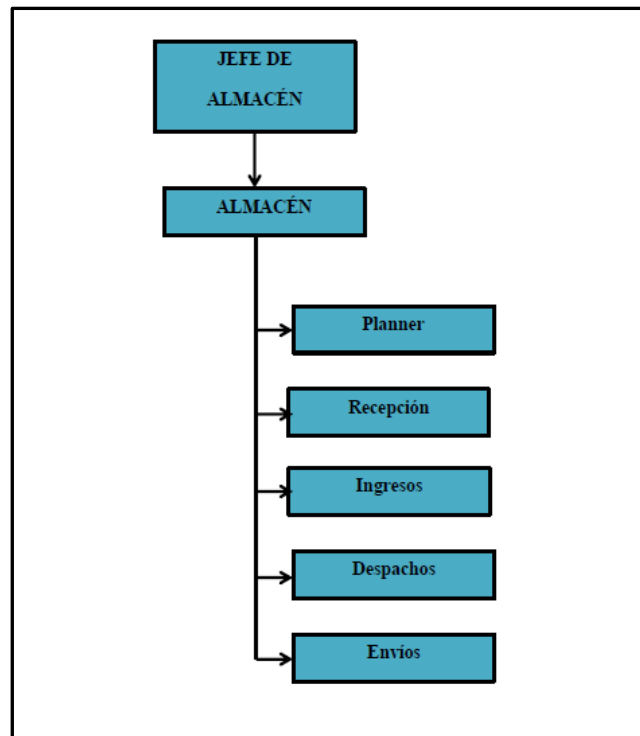


Gráfico 3.3. Organigrama de Almacén.

Fuente: Almacén - Siderperú (Elaboración Propia).

La función principal del Almacén es mantener los stocks necesarios de materiales de reposición necesarios para el mantenimiento, reparación y operación (MRO). Almacén debe establecer los stocks máximos y mínimos, stocks de seguridad, Lead-time (LT), cantidades de compra; que garanticen la disponibilidad de materiales para todos los usuarios.

Almacén en general se encarga de la recepción, almacenamiento y despacho de los materiales.

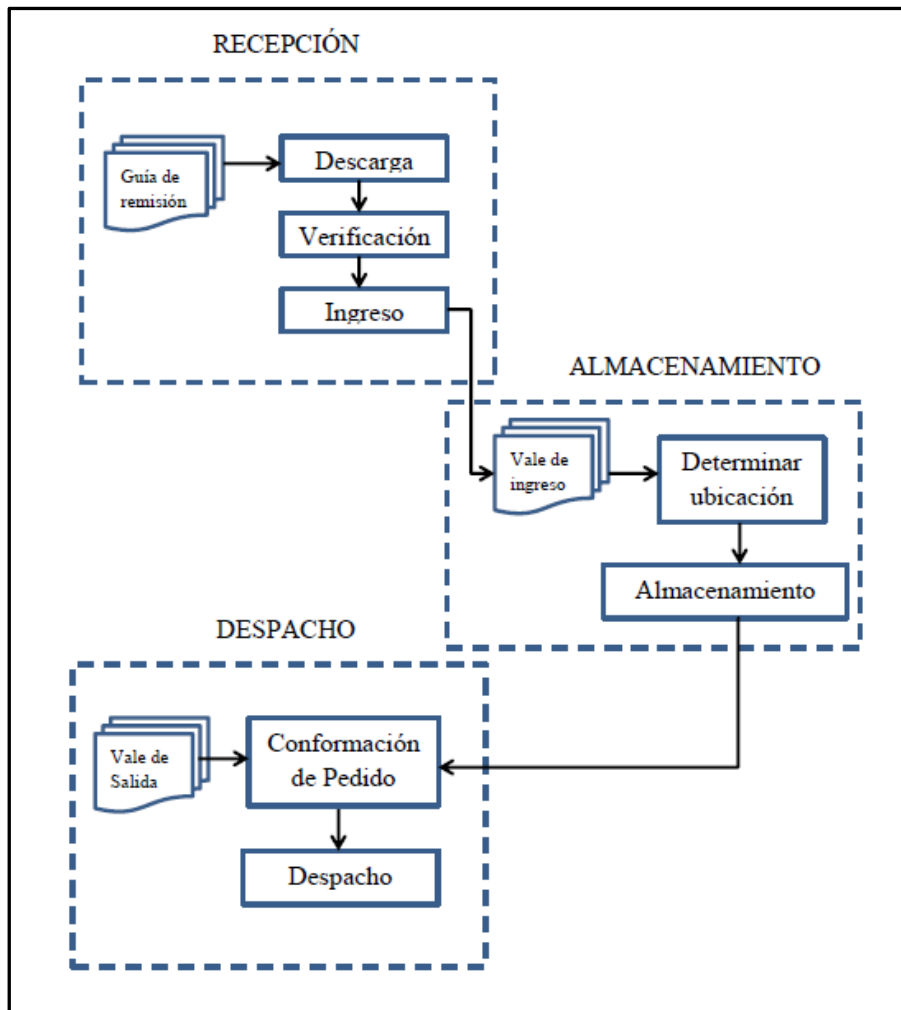


Gráfico 3.4. Flujo del proceso de Almacén.
Fuente: Almacén - Siderperú (Elaboración Propia).

Para los procedimientos de recepción, almacenamiento y despacho de materiales en el almacén se utilizará la metodología de las **2W1H** (What, Who, How):

- **WHAT / QUÉ:** Define la operación o actividad que se va a realizar.
- **WHO / QUIÉN:** Responsable de realizar la operación o actividad.
- **HOW / CÓMO:** Son las instrucciones básicas para realizar las operaciones y facilitan el trabajo del responsable.

Tabla 3.1. Procedimiento de Recepción.

QUÉ HACER	QUIÉN	CÓMO HACER	PROCEDIMIENTOS ESPECIALES	
Descargar Materiales	Encargado de recepción	Realizar la descarga de materiales, manualmente o con maquinaria en la zona designada.	Seguridad	Seguir las reglas específicas para manipulación de materiales: con montacargas o manualmente.
			Gestión Ambiental	Cuando se reciben materiales Peligrosos en mal estado, deben ser aislados evitando derrames. Comunicar al área de Gestión ambiental.
Ingreso en el sistema	Encargado de ingreso	Realizar el registro en el sistema, generando el documento y etiqueta de identificación que indica el lugar de descarga.	Calidad Total	Con esta transacción se crea el documento contable que imputa el costo al área solicitante.
Inspección de materiales	Encargado de recepción	El material será verificado en cantidad y calidad en un plazo máximo de 48 horas. Cuando son materiales especiales se comunicara al usuario para su inspección.	Calidad Total	Materiales que incluyen plano se emitirá una orden de trabajo a metrología.
			Gestión Ambiental	Verificar que no tenga derrames en caso de productos o insumos químicos.
			Seguridad	Utilizar herramientas adecuadas para esta operación.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración Propia).

Tabla 3.2. Procedimiento de Almacenamiento.

QUÉ HACER	QUIÉN	CÓMO HACER	PROCEDIMIENTOS ESPECIALES	
Identificación de materiales	Almacenero	Verifica si la descripción de materiales coincide con las características del material solicitado en la orden de compra.	<i>Calidad Total</i>	En caso de no ser conforme, coordinar con el analista de compras. Se registrara una nota de calidad.
Manejo de documentos	Almacenero	Adjuntar documento de ingreso y guía de remisión para su posterior entrega a Contabilidad.	<i>Calidad Total</i>	Archivar los documentos de forma correlativa, para facilitar en caso sea necesario.
Ubicación de materiales	Almacenero	Ubicar físicamente los materiales de stocks en su ubicación predeterminada.	<i>Seguridad</i>	Seguir las reglas específicas para manipulación de materiales: con montacargas o manualmente.
Gestión de documentos	Almacenero	Archivar todos los documentos por periodos de 05 años.	<i>Gestión Ambiental</i>	Realizar la correcta disposición de los residuos generados, en coordinación con el área de gestión ambiental.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración Propia).

Tabla 3.3. Procedimiento de Despachos.

QUÉ HACER	QUIÉN	CÓMO HACER	PROCEDIMIENTOS ESPECIALES	
Generación de reservas de materiales de stocks.	Usuario	Con el sistema, el usuario realizará una cesta de compras. Si el material es de stock, se generara una reserva de material.	<i>Calidad Total</i>	Almacén debe garantizar la disponibilidad de materiales de stocks para los diversos usuarios.
Consolidación de pedidos	Encargado de despachos	Descargar todas las reservas de materiales de stock generadas por los usuarios.	<i>Calidad Total</i>	Al procesar una reserva se generara un documento de salida para la identificación de todos los materiales a despachar.
Picking de materiales	Encargado de despachos	Realizar el picking de materiales de acuerdo a lo indicado en el documento de salida, con la cantidad correspondiente.	<i>Calidad Total</i>	Considerar el correcto embalaje de los materiales a despachar.
			<i>Gestión Ambiental</i>	En caso de materiales peligrosos, utilizar la hoja MSDS (hoja de seguridad) para su manipulación. Tener un Kid anti derrames.
			<i>Seguridad</i>	Seguir las reglas de seguridad para la manipulación y traslado de materiales de sus ubicaciones a la zona de despacho.
Reparto de materiales	Encargado de despachos	Traslado en la unidad de repartos y entrega de materiales.	<i>Calidad total</i>	El usuario firmara el documento de salida el cual debe ser archivado de forma correlativa.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración Propia).

3.5.2. Propuesta del Modelo

3.5.2.1. Criterios de clasificación de los Materiales

Para el diseño del modelo de gestión de inventarios de materiales propuesto, primero se tiene que clasificar los materiales: según su perfil de consumo, en función de su valor de consumo mensual, según su importancia operacional y tener bien definido el tiempo de reposición – Lead Time (LT).

Después; según esta clasificación, se procede a diseñar el modelo matemático de gestión de Inventarios. Determinando claramente: la cantidad de pedido, el punto de reposición para cada material, el stock de seguridad, stock mínimo y máximo.

Los materiales de mantenimiento, reparación y operación (MRO), en el almacén de Siderperú tienen las siguientes unidades de medida:

Tabla 3.4. Unidades de Medida

Unidad de medida	Descripción	N° de materiales
UN	Unidad	965
GLN	Galón	50
KG	Kilogramo	48
PAR	Par	33
M	Metro	17
LB	Libra	8
L	Litro	5
CJT	Conjunto	3
BOL	Bolsa	2
CA	Caja	1
M3	Metro Cúbico	1
Total general		1133

Fuente: Almacén –Siderperú (Elaboración propia).

Cada material tiene un código de registro, descripción detallada, descripción resumida, unidad de medida y cantidad. Como se detalla en el ejemplo, del siguiente material:

Tabla. 3.5. Descripción del material

Código	Descripción detallada
10041456	Casco de seguridad plástico tipo jockey color amarillo - tipo: jockey. Modelo: V-Gard. Nombre: casco de seguridad. Marca: MSA. Material: polietileno alta densidad con/aditivo estabilizador a la radiación U.V. Diseño: de fino acabado, no perturba la visibilidad y audición. Ajuste: sistema con perilla regulable al cráneo. Características: puede acoplar protectores de oído, faciales, barbiquejos...: portalámparas y cortacables. Color: amarillo. Norma: ANSI z.89.1.2003 NCH 461 of. 77 / peruana N.T.N.399018: IRAM 3620. Tipo I. Clase A / NBR 8221.3003. Logotipo: SIDERPERÚ - GERDAU
	Descripción resumida
	CASCO SEG. PVC TIPO JOCKEY AMARILLO
Unidad de medida	
UN	
Cantidad	
25	

Fuente: Almacén –Siderperú (Elaboración propia).

Para efectos prácticos de esta investigación, se utilizará la descripción resumida de cada material.

Tabla. 3.6. Descripción resumida del material

Código	Descripción	UM.	CANT.
10041456	CASCO SEG. PVC TIPO JOCKEY AMARILLO	UN	25

Fuente: Almacén –Siderperú (Elaboración propia).

En función del perfil de consumo

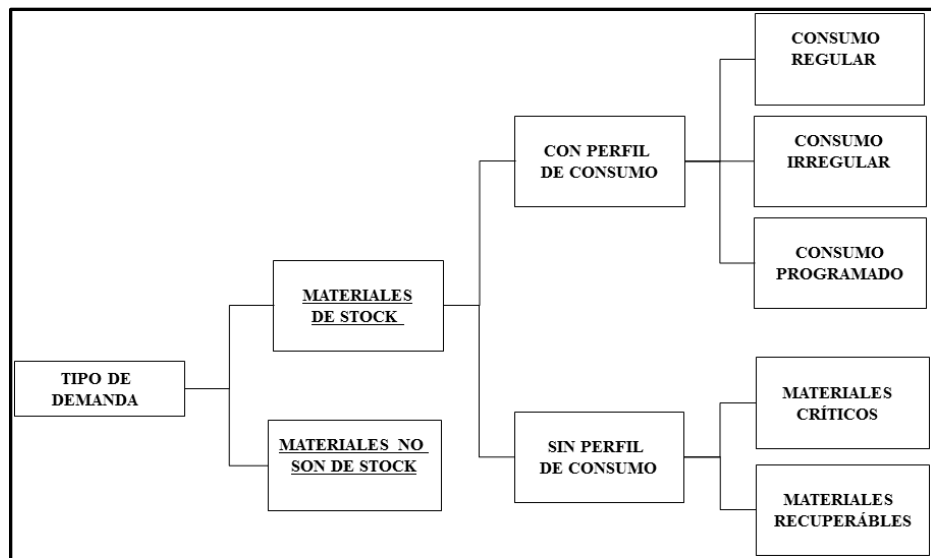


Gráfico 3.5. Materiales con perfil de consumo.

Fuente: Elaboración Propia.

Los materiales con perfil de consumo, son materiales de stock y que según su demanda en el periodo de un año (últimos 12 meses), pueden ser:

- ***Materiales de consumo regular:*** Son materiales que deben existir en stocks y para los cuales se usan determinados criterios y parámetros de reposición, con base en la demanda prevista y en la importancia para la empresa. Los criterios de reposición fijados para estos materiales posibilitan la renovación de stock sin la participación del usuario.

Poseen frecuencia de consumo de 7 meses o más en un período de 1 año (últimos 12 meses). Aplicación de la curva de Distribución Normal.

- ***Materiales de consumo irregular:*** Son materiales que deben existir en Stocks y para los cuales son determinados criterios y parámetros de reposición automático, con base en la demanda prevista y en la importancia para la empresa. Los criterios de reposición fijados para esos materiales posibilitan la renovación de stock sin la participación del usuario.

Poseen frecuencia de consumo de 3, 4, 5 y 6 meses en un período de 1 año (últimos 12 meses).

En función del valor del consumo mensual

Es fundamental para el proceso de gestión de stocks que se separe lo esencial de los accesorios, prestando más atención a los que realmente es importante, en decir que los materiales de mantenimiento, reparación y operación (MRO) estén clasificados en función del valor de consumo mensual. Se utiliza la curva ABC:

- ***Materiales A:*** Materiales de gran valor de consumo (75%).
- ***Materiales B:*** Materiales de medio valor de consumo (20%).
- ***Materiales C:*** Materiales de poco valor de consumo (5%).

En función de su importancia operacional

Existen materiales que independientemente del poco valor de consumo, pueden ser pasados por alto y perjudicar diariamente la continuidad de la producción, o traer serios problemas Medios Ambientales o de Seguridad Industrial.

Según esta clasificación existen materiales: de uso no importante, materiales con importancia media y materiales con importancia vital, cuya falta genera paralización de una o más fases operativas.

Los usuarios de los materiales también deben tener en cuenta; si el material posee un material similar, si es imprescindible en el equipamiento, si el equipamiento está en la línea de producción (ver anexo N° 03).

Para esta investigación, para facilitar el procesamiento de la información estos materiales estarán clasificados de la siguiente manera:

- ***Materiales X:*** Materiales de uso no importante.
- ***Materiales Y:*** Materiales con importancia media.
- ***Materiales Z:*** Materiales con importancia vital, cuya falta generaría una paralización de una o más fases operativas.

Tiempo de reposición - Lead time (LT)

Desde que se hace la solicitud de pedido de un material determinado, hasta que llega al almacén para su almacenamiento. Cada material tiene que tener un tiempo de aprovisionamiento o tiempo de reposición, este debe incluir: el tiempo de liberación del pedido, tiempo de compra, el plazo del proveedor, el tiempo de tránsito y el tiempo de procesamiento físico. (Ver anexo N° 01).

Además de la clasificación de los materiales. El tiempo de reposición es muy importante para el diseño del modelo de gestión de Inventario.

3.5.2.2. Modelo de gestión de inventarios

El modelo propuesto es un modelo compuesto de un modelo de cantidad de pedido fija y un Modelo de cantidad de pedido con Inventarios de seguridad. Con este modelo, se tendrá el control de stocks de los materiales de mantenimiento, reparación, operación (MRO) que son de reposición. Determinando para cada material: el momento de hacer un pedido y la cantidad a pedir, estableciendo puntos de reposición para cada material, stocks de seguridad, stocks máximos, etc. Como se observa en el gráfico 3.6.

Para el modelo de gestión de inventarios propuesto es de gran importancia: la clasificación de los materiales (en función del perfil de consumo, en función del valor de consumo mensual, en función de su importancia operacional) y el tiempo de reposición - Lead Time (LT). Según esta clasificación, el modelo de gestión de inventarios determina las fórmulas matemáticas para cada material.

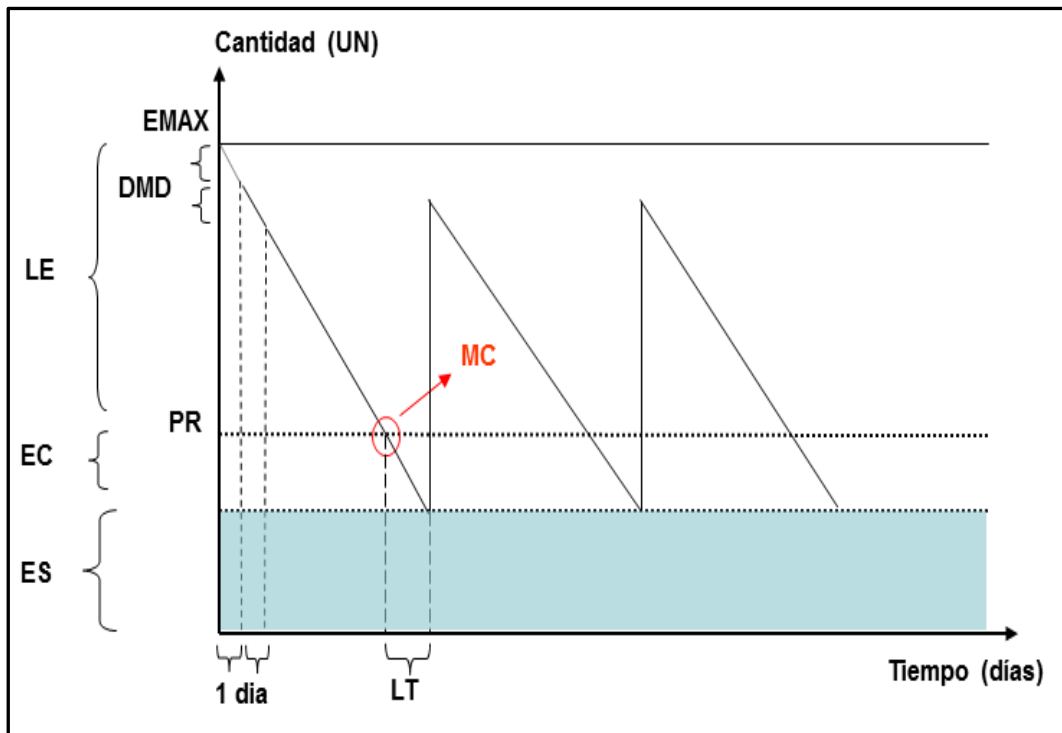


Gráfico 3.6. Modelo de Gestión de Inventarios.

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

- EMAX: Stock máximo.
- DMD: Demanda media diaria del material.
- LT: Tiempo de reposición (Lead Time).
- LE: Lote económico.
- ES: Stock de seguridad.
- EC: Stock de ciclo.
- MC: Momento de compra.
- PR: Punto de reposición.

$$PR = ES + EC$$

$$EMAX = PR + LE = ES + EC + LE$$

$$EC = DMD * LT$$

$$ES = K * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}}$$

PP: Período Propuesto.

σ : Desviación estándar.

K: Factor de servicio, en una distribución Normal.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_m)^2}{n - 1}}$$

$$LE = DMD * c$$

c: Valor del coeficiente de lote económico (en días).

Modelo de minimización de cobertura de stock:

Z: Cobertura de Stock (días).

X: Valor del stock de materiales al final del mes evaluado.

Y: Valor de consumo de materiales durante el mes evaluado.

$$Z = (X/Y) * 30$$

Para el año: 2015 – 2016:

$$\frac{X}{Y} * 30 \leq 162 \text{ días} \implies X - 5.4Y \leq 0 \dots \dots \dots (1)$$

Según el modelo propuesto:

$X = Dmd * p * 90$ días, donde Dmd: Demanda media diaria / p: Precio del material

$Y = Dmd * p * 30$ días

$$\frac{X}{Y} \geq \frac{Dmd * c * 90}{Dmd * c * 30} \implies X - 3Y \geq 0 \dots \dots \dots (2)$$

Minimizar $Z=(X/Y)*30$

Sujeto a:

$$X - 5.4Y \leq 0$$

$$X - 3Y \geq 0$$

$$X = 10.95$$

$$X = 3.65$$

$$\mathbf{Z \text{ m\u00ednimo}}=(10.95/3.65)*30 = 90 \text{ d\u00edas.}$$

Modelo de minimizaci\u00f3n de ruptura de stock:

Z: Ruptura de Stock (%).

X: Cantidad de materiales sin stock durante el mes evaluado.

Y: Total de materiales.

Y: 1133 materiales (constante).

$$Z=(X/Y)$$

Para el a\u00f1o 2016:

$$\frac{X}{Y} = \frac{X}{1133} \leq 14.2\% = 0.142 \Rightarrow X \leq 160 \dots \dots \dots (1)$$

Minimizar $Z=(X/1133)$

Sujeto a:


$$X \leq 160$$

$$X \geq 0$$

$$X = 0$$

$$\mathbf{Z \text{ m\u00ednimo}} = 0$$

Tabla 3.7. Resumen del Modelo de Gestión de Inventarios

ALMACÉN GESTIÓN DE INVENTARIOS			
Código	10044006	Descripción	ACEITE ANTICORROSIVO FERROCOTE 5856 L
Criticidad	ZZ	Importancia Vital	
	Nivel de Servicio	95%	
Valor de Consumo	A	Gran Valor de Consumo	
Lead Time (LT)	86	Días	
Demanda Media Diaria	30.71	GLN	
Costo Unitario	38.48	PER	
Lote de Compra	921	GLN	
Punto de Reposición	3357	GLN	
Stock Actual	3740	GLN	
Status			
Stock de Seguridad (ES)	716	GLN	
Stock de Ciclo (EC)	2641	GLN	
Stock Maximo (EMAX)	4278	GLN	
Frecuencia de Consumo		12	
Perfil de Consumo		Consumo Regular	
CONSUMOS			
diciembre-2016		1100	
enero-2017		935	
febrero-2017		990	
marzo-2017		1045	
abril-2017		770	
mayo-2017		605	
junio-2017		880	
julio-2017		935	
agosto-2017		1100	
septiembre-2017		1485	
octubre-2017		660	
noviembre-2017		550	

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Criterios de evaluación e indicadores de control

Los criterios de evaluación del modelo de gestión de inventarios son: Cantidad de materiales disponibles durante el mes de evaluación, materiales sin stock durante el mes, valor del stock o valor monetario de los materiales en el mes de evaluación. Para evaluar el modelo de gestión de inventarios se utilizará *indicadores claves de desempeño*. En la actualidad a estos indicadores se les conoce como Key Performance Indicators (KPI's por sus siglas en inglés).

Tabla 3.8. Cobertura de Stock.

NOMBRE DEL INDICADOR	Cobertura de stock de los materiales
MACROPROCESO	Suministros
PROCESO	Almacén
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad de materiales de stock disponible durante el mes.
FÓRMULA	(A / B) * 30, donde: A= Valor del Stock de materiales MRO al final del Mes de Análisis. B= Valor del consumo de materiales MRO durante el Mes de Análisis.
ESCALA DE MEDIDA	Número de Días
NÚMERO DE DECIMALES	0
OBSERVACIONES	Se debe considerar al total de materiales de Stock
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Resultado del periodo comparado con el previsto
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Mensual
FUENTE DE DATOS	Base de Datos
CUÁNTO MAYOR, MEJOR?	No
CRITERIO DE STATUS	Mensual

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.9. Ruptura de Stock.

NOMBRE DEL INDICADOR	Ruptura de Stock de los materiales
MACROPROCESO	Suministros
PROCESO	Almacén
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad de materiales sin Stock durante el mes.
FÓRMULA	<p>$(A / B) * 100\%$, donde:</p> <p>A= Cantidad de materiales MRO que se quedaron sin stock durante el mes de Análisis.</p> <p>B= Total de materiales MRO que son de reposición durante el Mes de Análisis.</p>
ESCALA DE MEDIDA	%
NÚMERO DE DECIMALES	1
OBSERVACIONES	Se debe considerar al total de materiales que se quedaron sin stock
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Resultado del periodo comparado con el previsto
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Mensual
FUENTE DE DATOS	Base de Datos
CUÁNTO MAYOR, MEJOR?	No
CRITERIO DE STATUS	Mensual

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.10. Divergencia en valor en el Inventario.

NOMBRE DEL INDICADOR	Divergencia en valor en el inventario
MACROPROCESO	Suministros
PROCESO	Almacén
DESCRIPCIÓN	Mide el porcentaje de la diferencia en valor de los ítems inventariados.
FÓRMULA	<p>$(A / B) * 100\%$, donde:</p> <p>A = Suma de los valores absolutos de las diferencias identificadas en los ítems inventariados.</p> <p>B = Valor total de los ítems inventariados.</p>
ESCALA DE MEDIDA	%
NÚMERO DE DECIMALES	1
OBSERVACIONES	<p>Los valores absolutos se calculan sumando el valor de todos materiales con diferencias identificadas.</p> <p>El precio unitario de los ítems inventariados hace referencia al valor contable que posee el ítem el día del inventario.</p>
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Resultado del periodo comparado con el previsto
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Mensual
FUENTE DE DATOS	Base de Datos
CUÁNTO MAYOR, MEJOR?	No
CRITERIO DE STATUS	Mensual

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.11. Divergencia en cantidad en el inventario.

NOMBRE DEL INDICADOR	Divergencia en cantidad en el inventario
MACROPROCESO	Suministros
PROCESO	Almacén
DESCRIPCIÓN	Mide el porcentaje de la cantidad de ítems inventariados con divergencias en el mes.
FÓRMULA	$(A / B) * 100$, donde A = Número de ítems inventariados en el mes que presentaron diferencia. B = Número total de ítems inventariados en el mes.
UNIDAD DE MEDIDA	%
NÚMERO DE DECIMALES	1
OBSERVACIONES	<p>La diferencia en el inventario de los ítems Inventariados puede ser positiva o negativa.</p> <p>El cálculo es sobre las cantidades de ítems y no por la diferencia de cantidad de materiales que hay para cada ítem.</p>
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Resultado del periodo comparado con el previsto
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Mensual
FUENTE DE DATOS	Base de Datos
CUÁNTO MAYOR, MEJOR?	No
CRITERIO DE STATUS	Mensual

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.12. Valor del stock.

NOMBRE DEL INDICADOR	Valor del stock.
MACROPROCESO	Suministros
PROCESO	Almacén
DESCRIPCIÓN	Mide el valor total de los materiales en stock.
FÓRMULA	$\sum_{i=1}^n A_n * B_n$ <p>A = Cantidad de unidades de un material al final del mes evaluado.</p> <p>B = Precio unitario del material A, al final del mes evaluado.</p> <p>n = Total de materiales en stock que son de reposición.</p>
UNIDAD DE MEDIDA	MM S/.
NÚMERO DE DECIMALES	2
OBSERVACIONES	<p>Se debe considerar el total de materiales de Stock que son de reposición.</p> <p>El precio unitario de los ítems hace referencia al valor contable que posee el ítem el mes que se evalúa.</p>
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Resultado del periodo comparado con el previsto
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Mensual
FUENTE DE DATOS	Base de Datos
CUÁNTO MAYOR, MEJOR?	No
CRITERIO DE STATUS	Mensual

Fuente: Elaboración Propia.

4. CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Clasificación de los materiales

4.1.1.1. En función del perfil de consumo

- **Materiales de consumo regular:** Poseen frecuencia de consumo de 7 meses o más en un período de 1 año (últimos 12 meses).
- **Materiales de consumo irregular:** Poseen frecuencia de consumo de 3, 4, 5 y 6 meses en un período de 1 año (últimos 12 meses).

Tabla 4.1. Perfil de consumo de los materiales

Materiales	Frecuencia de consumo													Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Consumo Irregular	169	197	167	137	92	79	61							902
Consumo Regular								52	38	37	28	30	46	231
Total Materiales	169	197	167	137	92	79	61	52	38	37	28	30	46	1133

Fuente: Almacén –Siderperú (Elaboración propia).

4.1.1.2. En función del valor del consumo mensual

- **Materiales A:** Materiales de gran valor de consumo (75%).
- **Materiales B:** Materiales de medio valor de consumo (20%).
- **Materiales C:** Materiales de poco valor de consumo (5%).

Tabla 4.2. Valor de consumo Anual

ABC	Cantidad de materiales	Valor de consumo	% Valor de Consumo
A	101	S/.6,205,802.42	75%
B	203	S/. 1,664,460.21	20%
C	829	S/. 415,099.63	5%
Total general	1133	S/. 8,285,362.26	100%

Fuente: Almacén –Siderperú (Elaboración propia).

4.1.1.3. En función de su importancia operacional

- **Material X (XX):** Materiales de uso no importante.
- **Material Y (YY):** Materiales con importancia media.
- **Material Z (ZZ):** Materiales con importancia vital, cuya falta generaría una paralización de una o más fases operativas.

Tabla 4.3. Importancia Operacional

Importancia Operacional	Descripción	Materiales
XX	No Importante	452
YY	Importancia Media	240
ZZ	Importancia Vital	441
Total general		1133

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.1.4. Tiempo de reposición – Lead Time (LT)

El tiempo de reposición incluye el tiempo de liberación del pedido, tiempo de compra, el plazo del proveedor, el tiempo de tránsito y el tiempo de procesamiento físico.

Tabla 4.4. Tiempo de reposición – Lead Time (LT)

Lead Time	Materiales	Lead Time	Materiales
7 días	3	35 días	11
8 días	2	36 días	10
10 días	44	37 días	1
11 días	129	41 días	7
12 días	1	42 días	9
13 días	11	45 días	53
14 días	7	46 días	1
15 días	14	47 días	11
16 días	168	48 días	1
17 días	13	50 días	3
18 días	18	60 días	19
19 días	55	62 días	1
20 días	72	71 días	2
21 días	79	75 días	71
22 días	2	86 días	3
24 días	4	90 días	28
25 días	116	105 días	12
26 días	58	106 días	1
30 días	33	150 días	5
31 días	21	168 días	1
32 días	15	180 días	4
34 días	13	253 días	1
Subtotal	878		255
Total	1133		

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.2. Política de gestión de stocks

El perfil de consumo de cada material se revisa o actualiza cada mes, un material pueden tener un consumo regular y pasar a tener un consumo irregular o viceversa (en los últimos 12 meses de evaluación).

Los valores de consumo de los materiales se actualizan cada mes, clasificando cada material, según: gran valor de consumo (A), medio valor de consumo (B), Poco valor de consumo (C).

En el modelo de Gestión de Inventarios propuesto el stock de cada material se revisa o actualiza diariamente, comparando el stock actual con el punto de reposición. Determinando sí se hace o no un pedido.

$$\mathbf{PR \text{ (punto de reposición)} = ES \text{ (stock de seguridad)} + SC \text{ (stock de ciclo)}}$$

Las fórmulas para calcular el punto de reposición, stock de ciclo, stock de seguridad, stock máximo, cantidad a pedir, etc. Se determinan según la clasificación de cada material:

$$\mathbf{EC \text{ (stock de ciclo)} = DMD * LT}$$

DMD: Demanda media diaria del material.

LT: Tiempo de reposición (Lead Time).

Para calcular el stock de seguridad el modelo necesita un factor de servicio (K), que se determina según el nivel de servicio de cada material.

$$\mathbf{ES \text{ (stock de Seguridad)} = K * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}}}$$

K: Factor de servicio, en una distribución Normal.

PP: Periodo Propuesto.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_m)^2}{n - 1}}$$

Tabla 4.5. Factor de Servicio (K)

Probabilidad de desabastecimiento	Nivel de servicio	Factor de servicio (K)
1.00%	99.00%	2.33
2.00%	98.00%	2.05
3.00%	97.00%	1.88
4.00%	96.00%	1.75
5.00%	95.00%	1.64
6.00%	94.00%	1.55
7.00%	93.00%	1.48
8.00%	92.00%	1.41
9.00%	91.00%	1.34
10.00%	90.00%	1.28
11.00%	89.00%	1.23
12.00%	88.00%	1.17
13.00%	87.00%	1.13
14.00%	86.00%	1.08
15.00%	85.00%	1.04
16.00%	84.00%	0.99
17.00%	83.00%	0.95
18.00%	82.00%	0.92
19.00%	81.00%	0.88
20.00%	80.00%	0.84
21.00%	79.00%	0.81
22.00%	78.00%	0.77
23.00%	77.00%	0.74
24.00%	76.00%	0.71
25.00%	75.00%	0.67
26.00%	74.00%	0.64
27.00%	73.00%	0.61
28.00%	72.00%	0.58
29.00%	71.00%	0.55
30.00%	70.00%	0.52

Fuente: Chase, et al. (2009). “Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros” (p. 745).

Tabla 4.6. Importancia operacional y factor de servicio (K)

Importancia Operacional	Descripción	Nivel de Servicio	Factor de Servicio (K)
X	No Importante	85%	1.04
Y	Importancia Media	90%	1.28
Z	Importancia Vital	95%	1.64

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 4.6, a mayor importancia operacional de un material mayor será su nivel de servicio, es decir a mayor importancia operacional de un material mayor será su stock de seguridad:

$$\begin{aligned} \text{Material X} \Rightarrow \text{ES (stock de Seguridad)} &= 1.04 * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}} \\ \text{Material Y} \Rightarrow \text{ES (stock de Seguridad)} &= 1.28 * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}} \\ \text{Material Z} \Rightarrow \text{ES (stock de Seguridad)} &= 1.64 * \sigma * \sqrt{\frac{LT}{PP}} \end{aligned}$$

Tabla 4.7. Valor de consumo y Lote Económico (LE)

ABC	Descripción	Coefficiente De Lote Económico
A	Gran valor de Consumo	30 días
B	Medio valor de Consumo	60 días
C	Poco valor de Consumo	90 días

Fuente: Elaboración propia.

Si un material tiene un gran valor de consumo (A), menor tiene que ser el Lote (LE):

Material A (Gran valor de consumo) \Rightarrow LE=DMD*30 días

Material B (Medio valor de consumo) \Rightarrow LE=DMD*60 días

Material C (Poco valor de consumo) \Rightarrow LE=DMD*90 días

Donde, DMD: Demanda media diaria de un material.

4.1.3. Cobertura de Stock

Tabla 4.8. Cobertura de Stock

	Área Usuaría	Valor del Stock	Valor de Consumo
Enero 2017	Acería	S/. 496,908.04	S/. 122,336.67
	Complejo	S/. 615,248.73	S/. 155,302.21
	Largos	S/. 1,592,588.23	S/. 159,135.78
	Mantenimiento	S/. 499,076.05	S/. 173,606.25
	Planos	S/. 408,793.37	S/. 103,390.23
	Total general	S/. 3,612,614.42	S/. 713,771.14
	Cobertura de Stock		152 Días
Febrero 2017	Acería	S/. 491,004.28	S/. 135,409.41
	Complejo	S/. 620,111.12	S/. 160,374.95
	Largos	S/. 1,663,244.00	S/. 164,208.52
	Mantenimiento	S/. 475,321.12	S/. 186,678.99
	Planos	S/. 392,442.12	S/. 112,462.97
	Total general	S/. 3,642,122.64	S/. 759,134.84
	Cobertura de Stock		144 Días
Marzo 2017	Acería	S/. 599,899.80	S/. 142,598.75
	Complejo	S/. 688,346.00	S/. 135,887.22
	Largos	S/. 1,265,000.34	S/. 171,563.50
	Mantenimiento	S/. 649,745.08	S/. 154,499.34
	Planos	S/. 489,850.32	S/. 105,784.94
	Total general	S/. 3,692,841.54	S/. 710,333.75
	Cobertura de Stock		156 Días
Abril 2017	Acería	S/. 593,923.15	S/. 134,843.75
	Complejo	S/. 645,346.00	S/. 132,974.85
	Largos	S/. 1,247,039.34	S/. 186,495.28
	Mantenimiento	S/. 648,925.57	S/. 165,923.38
	Planos	S/. 485,757.32	S/. 108,821.40
	Total general	S/. 3,620,991.38	S/. 729,058.66
	Cobertura de Stock		149 Días
Mayo 2017	Acería	S/. 609,824.35	S/. 141,510.05
	Complejo	S/. 647,345.23	S/. 134,871.15
	Largos	S/. 1,262,728.79	S/. 191,004.58
	Mantenimiento	S/. 649,802.91	S/. 166,900.53
	Planos	S/. 486,144.22	S/. 111,804.60
	Total general	S/. 3,655,845.50	S/. 746,090.91
	Cobertura de Stock		147 Días
Junio	Acería	S/. 564,826.11	S/. 151,509.37
	Complejo	S/. 492,346.99	S/. 114,892.80
	Largos	S/. 1,450,185.39	S/. 201,003.92
	Mantenimiento	S/. 650,262.21	S/. 170,989.87

2017	Planos	S/. 482,057.64	S/. 114,640.93
	Total general	S/. 3,639,678.34	S/. 753,036.89
	Cobertura de Stock		145 Días
Julio 2017	Acería	S/. 558,159.99	S/. 196,576.49
	Complejo	S/. 482,347.87	S/. 117,879.73
	Largos	S/. 1,429,185.07	S/. 509,737.30
	Mantenimiento	S/. 646,929.09	S/. 164,889.99
	Planos	S/. 479,977.18	S/. 110,741.81
	Total general	S/. 3,596,599.20	S/. 1,099,825.32
	Cobertura de Stock		98 Días
Agosto 2017	Acería	S/. 508,675.35	S/. 171,567.26
	Complejo	S/. 447,244.52	S/. 104,875.43
	Largos	S/. 1,514,683.10	S/. 322,696.98
	Mantenimiento	S/. 634,484.53	S/. 143,100.49
	Planos	S/. 477,010.50	S/. 117,099.05
	Total general	S/. 3,582,098.00	S/. 859,339.21
	Cobertura de Stock		125 Días
Setiembre 2017	Acería	S/. 495,120.85	S/. 131,592.46
	Complejo	S/. 453,244.02	S/. 97,517.63
	Largos	S/. 1,449,179.00	S/. 309,018.48
	Mantenimiento	S/. 638,246.42	S/. 140,100.49
	Planos	S/. 468,125.50	S/. 120,226.93
	Total general	S/. 3,503,915.79	S/. 798,455.99
	Cobertura de Stock		132 Días
Octubre 2017	Acería	S/. 476,212.40	S/. 126,472.82
	Complejo	S/. 443,367.52	S/. 100,978.93
	Largos	S/. 1,404,174.70	S/. 293,339.98
	Mantenimiento	S/. 624,471.17	S/. 118,531.99
	Planos	S/. 461,697.43	S/. 115,659.39
	Total general	S/. 3,409,923.22	S/. 754,983.11
	Cobertura de Stock		135 Días
Noviembre 2017	Acería	S/. 426,712.25	S/. 135,041.27
	Complejo	S/. 418,352.32	S/. 97,978.48
	Largos	S/. 1,525,820.62	S/. 308,405.32
	Mantenimiento	S/. 601,466.84	S/. 126,953.35
	Planos	S/. 442,523.74	S/. 113,653.95
	Total general	S/. 3,414,875.77	S/. 782,032.37
	Cobertura de Stock		131 Días

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.4. Ruptura de Stock

Tabla 4.9. Ruptura de Stock

Mes	Cantidad Materiales de Stock	Materiales sin Stock	Ruptura
Enero-2017	1,133	111	9.80%
Febrero-2017	1,133	115	10.15%
Marzo-2017	1,133	107	9.44%
Abril-2017	1,133	105	9.27%
Mayo-2017	1,133	99	8.74%
Junio-2017	1,133	96	8.47%
Julio-2017	1,133	95	8.38%
Agosto-2017	1,133	80	7.06%
Septiembre-2017	1,133	82	7.24%
Octubre-2017	1,133	78	6.88%
Noviembre-2017	1,133	83	7.33%

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.5. Valor del stock

Tabla 4.10. Valor del stock

Mes	Valor del stock
Enero-2017	S/. 3,612,614.42
Febrero-2017	S/. 3,642,122.64
Marzo-2017	S/. 3,692,841.54
Abril-2017	S/. 3,620,991.38
Mayo-2017	S/. 3,655,845.50
Junio-2017	S/. 3,639,678.34
Julio-2017	S/. 3,596,599.20
Agosto-2017	S/. 3,582,098.00
Septiembre-2017	S/. 3,503,915.80
Octubre-2017	S/. 3,409,923.23
Noviembre-2017	S/. 3,414,875.77

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.6. Divergencia del Inventario

4.1.6.1. Divergencia en cantidad

Tabla 4.11. Divergencia en Cantidad

Mes	Materiales Inventariados	Materiales Con Diferencia	Divergencia Cantidad
Enero-17	419	19	4.53%
Febrero-17	419	18	4.30%
Marzo-17	419	16	3.82%
Abril-17	419	14	3.34%
Mayo-17	419	13	3.10%
Junio-17	418	19	4.55%
Julio-17	419	15	3.58%
Agosto-17	419	18	4.30%
Septiembre-17	419	20	4.77%
Octubre-17	419	22	5.25%
Noviembre-17	419	20	4.77%

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.1.6.2. Divergencia en valor

Tabla 4.12. Divergencia en Valor

Mes	Materiales Inventariados	Materiales Con Diferencia	Valor de Diferencias (S/.)	Valor Total (S/.)	Divergencia Valor
Enero-17	419	19	S/. 955.02	S/. 8,304,561.67	0.0115%
Febrero-17	419	18	S/. 651.62	S/. 4,344,122.63	0.0150%
Marzo-17	419	16	S/. 467.62	S/. 3,597,071.54	0.0130%
Abril-17	419	14	S/. 418.69	S/. 3,349,491.12	0.0125%
Mayo-17	419	13	S/. 417.27	S/. 3,365,086.44	0.0124%
Junio-17	418	19	S/. 312.21	S/. 2,864,349.96	0.0109%
Julio-17	419	15	S/. 429.54	S/. 3,735,161.44	0.0115%
Agosto-17	419	18	S/. 441.42	S/. 3,872,073.47	0.0114%
Septiembre-17	419	20	S/. 836.69	S/. 6,693,538.05	0.0125%
Octubre-17	419	22	S/. 949.24	S/. 7,910,349.84	0.0120%
Noviembre-17	419	20	S/. 645.50	S/. 4,647,370.04	0.0139%

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. Clasificación de los materiales

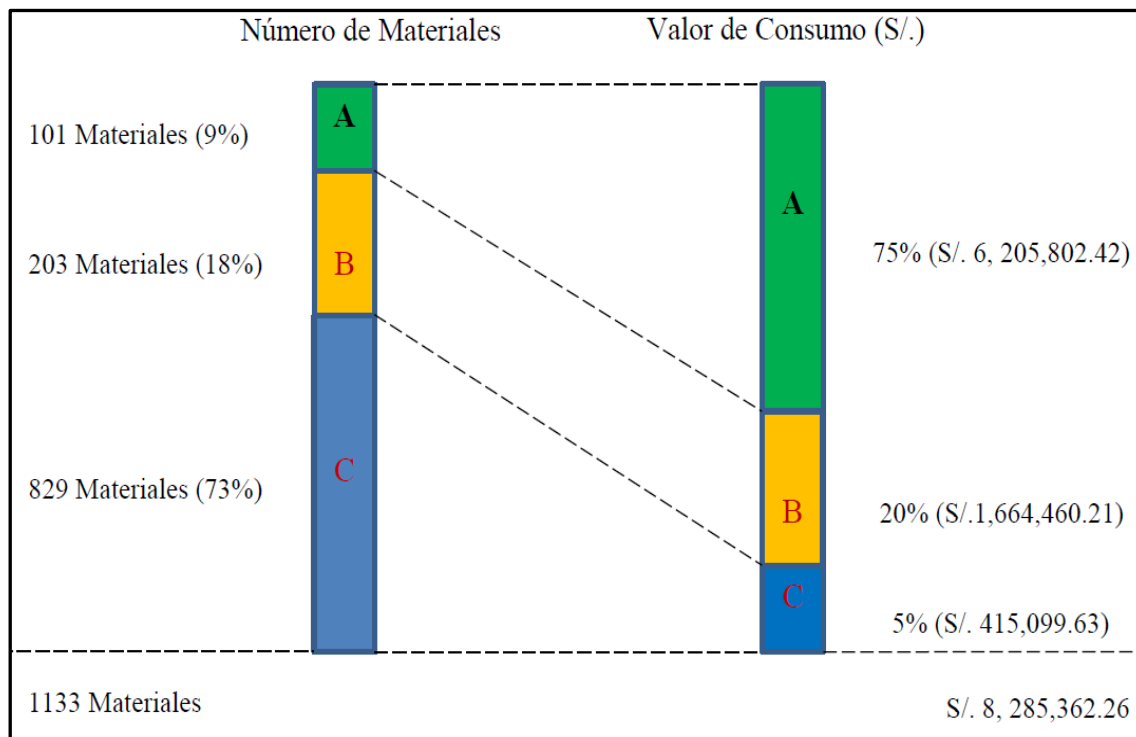


Gráfico 4.1. Valor de consumo de los materiales.

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 4.1, se puede observar que 101 materiales (9%) representan S/.6,205,802.42 (75%) del valor de consumo total, la mayoría de materiales 829 (73%) solo representan el 5% (S/.415,099.63) del valor del consumo total. Para el modelo de gestión de inventarios propuesto son más importantes los materiales de gran valor de consumo, materiales tipo A.

4.2.2. Cobertura de Stock

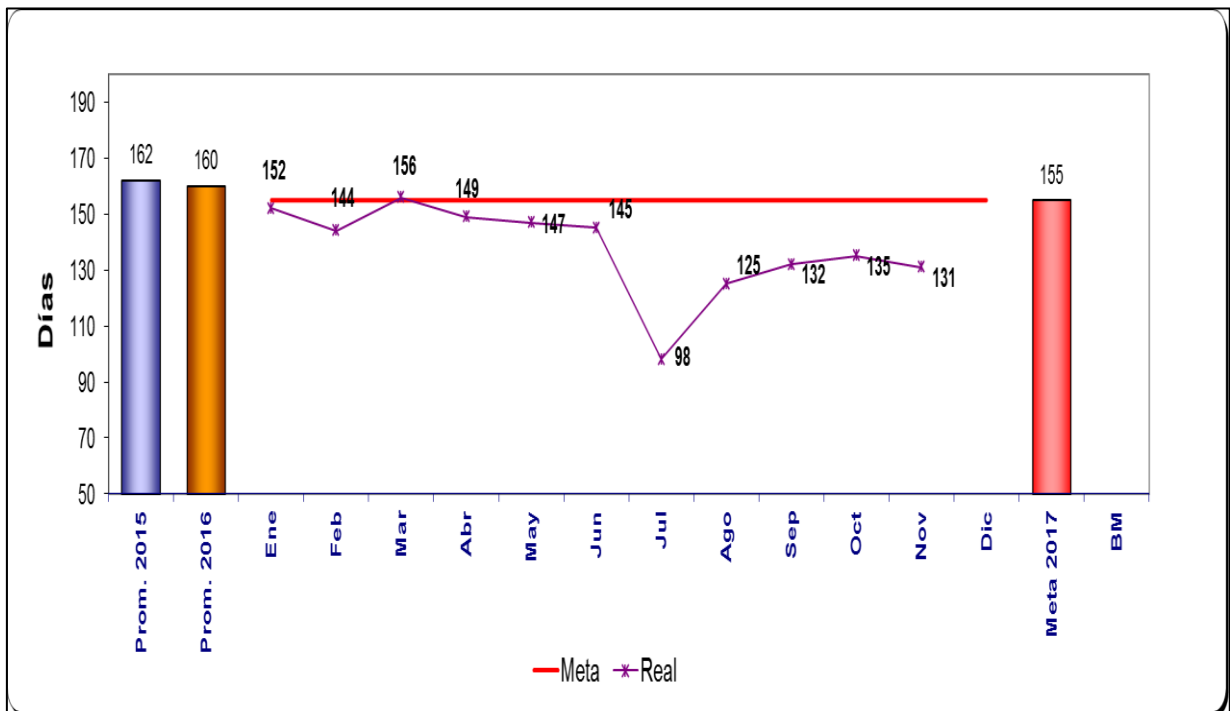


Gráfico 4.2. Cobertura de Stocks.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

La cobertura de stock de materiales de mantenimiento, reparación y operación del Almacén de Siderperú, de los años 2015 y 2016, se mantenía en 160 días en promedio (5.3 meses). Con en el modelo de gestión de inventarios propuesto la cobertura de stock tiene una disminución considerable, como se observa en el grafico 4.2. Llegando hasta niveles de 130 días en promedio (4.3 meses).

Con este modelo de gestión de inventarios propuesto, se disminuyó la cobertura de stock en 30 días en promedio (1 mes), observándose con más notoriedad a partir de julio del 2017. Considerando que en los meses anteriores el modelo de gestión de inventarios estaba en implementación.

4.2.3. Ruptura de Stock

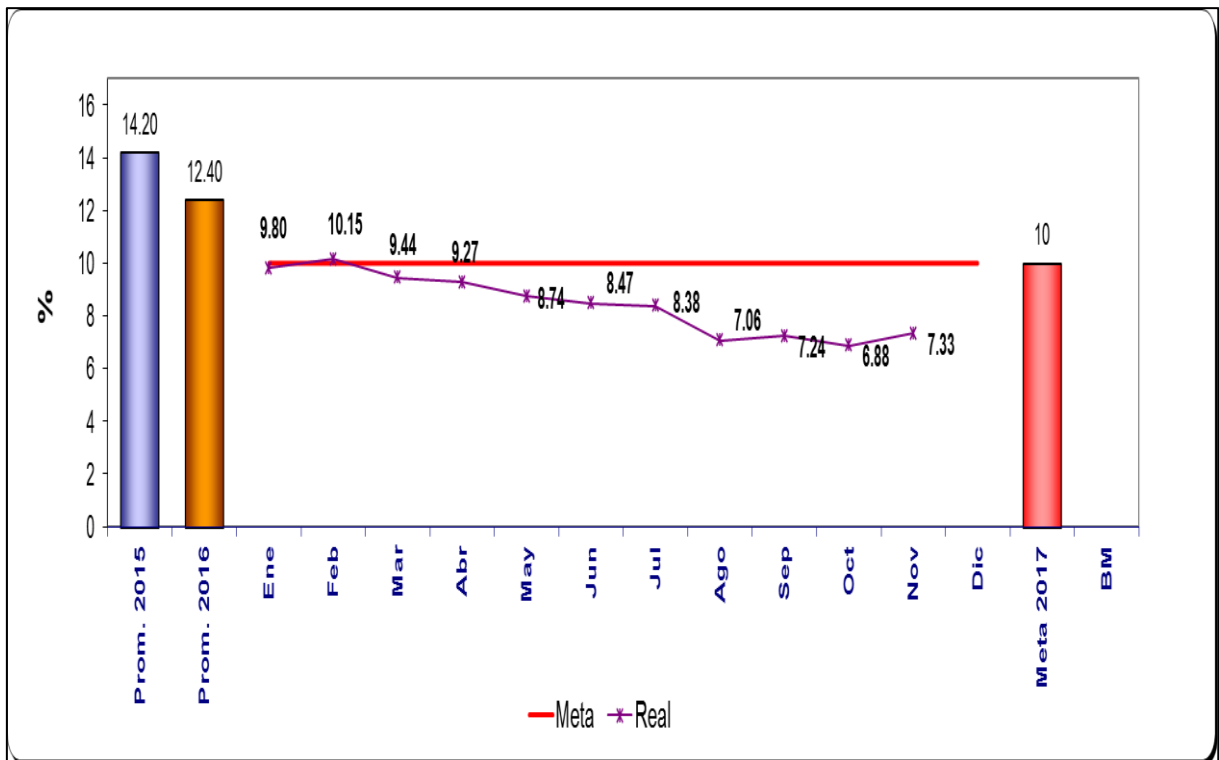


Gráfico 4.3. Ruptura de Stocks.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

El problema de la ruptura de stock, se observa desde años anteriores. Con valores superiores al 10%, es decir más de 110 materiales se quedaban sin stock en los diferentes periodos de evaluación. Considerando que el total de materiales de mantenimiento, reparación y operación es de 1133 materiales.

Con el modelo de gestión de inventarios propuesto se logró disminuir esta cantidad considerablemente, como se observa en el grafico 4.3, llegando a niveles de menos del 7%, es decir disminuyendo los materiales que se quedaban sin stock a 80 materiales en promedio, en cada periodo de evaluación.

4.2.4. Valor del stock

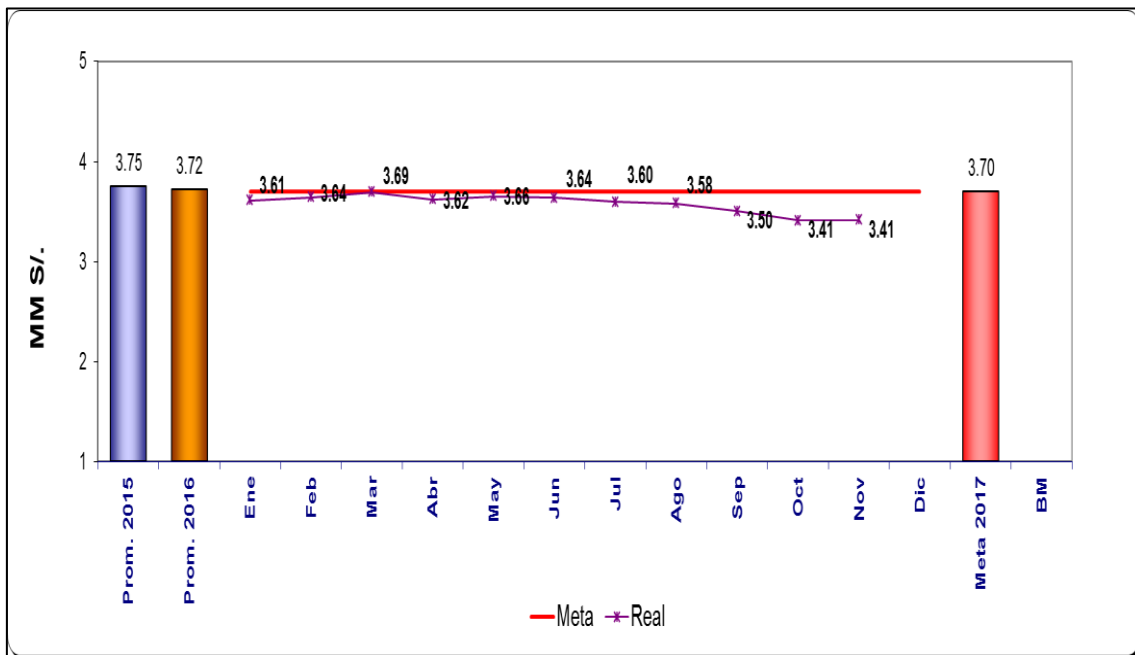


Gráfico 4.4. Valor del stock.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

Con el modelo de gestión de Inventarios propuesto se logró mantener el valor de los materiales por debajo de los S/. 3, 700,000 en promedio. Observándose una disminución considerable a partir de agosto del 2017, donde el valor de los materiales de reparación, mantenimiento y operación se mantuvo por debajo de S/. 3, 580,000. Lo que significa un ahorro de S/.120, 000 en promedio.

4.2.5. Divergencia del Inventario

4.2.5.1. Divergencia en cantidad

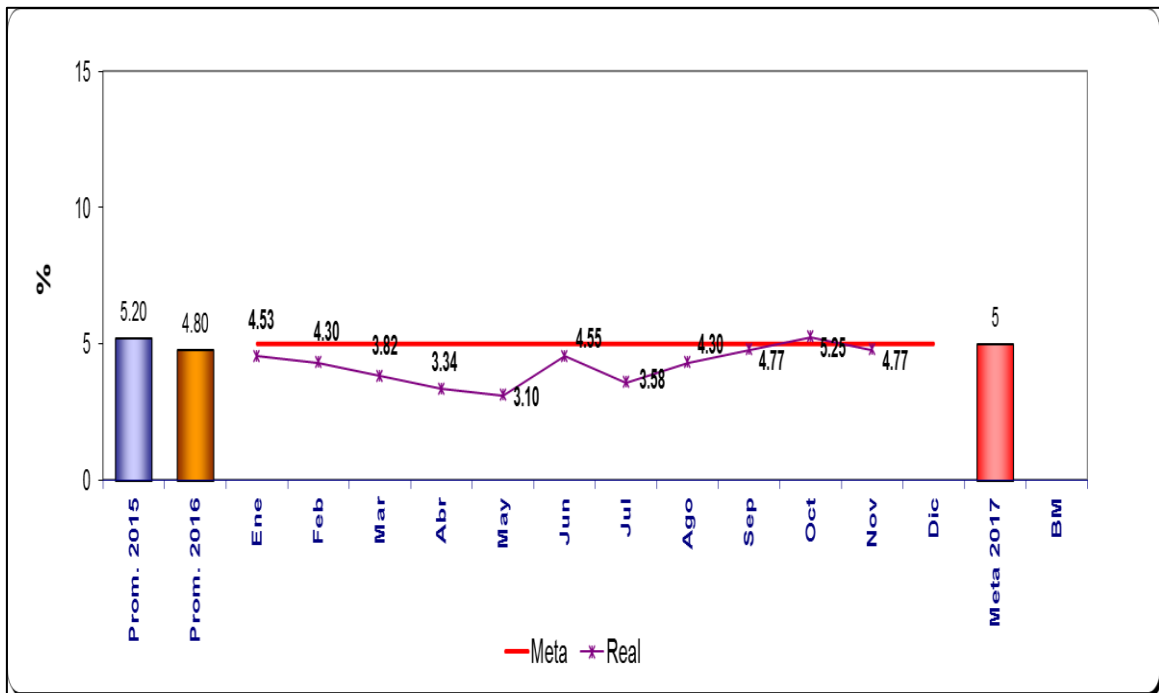


Gráfico 4.5. Divergencia en Cantidad.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

La divergencia de inventario en cantidad con el modelo propuesto se mantiene por debajo del 5%, es decir menos de 20 materiales en promedio presentan diferencias al momento de ser Inventariados, en los diferentes periodos evaluados. Esta divergencia siempre existe, debido al error humano en un almacén, error de conteo al momento de despachar y almacenar.

4.2.5.2. Divergencia en valor

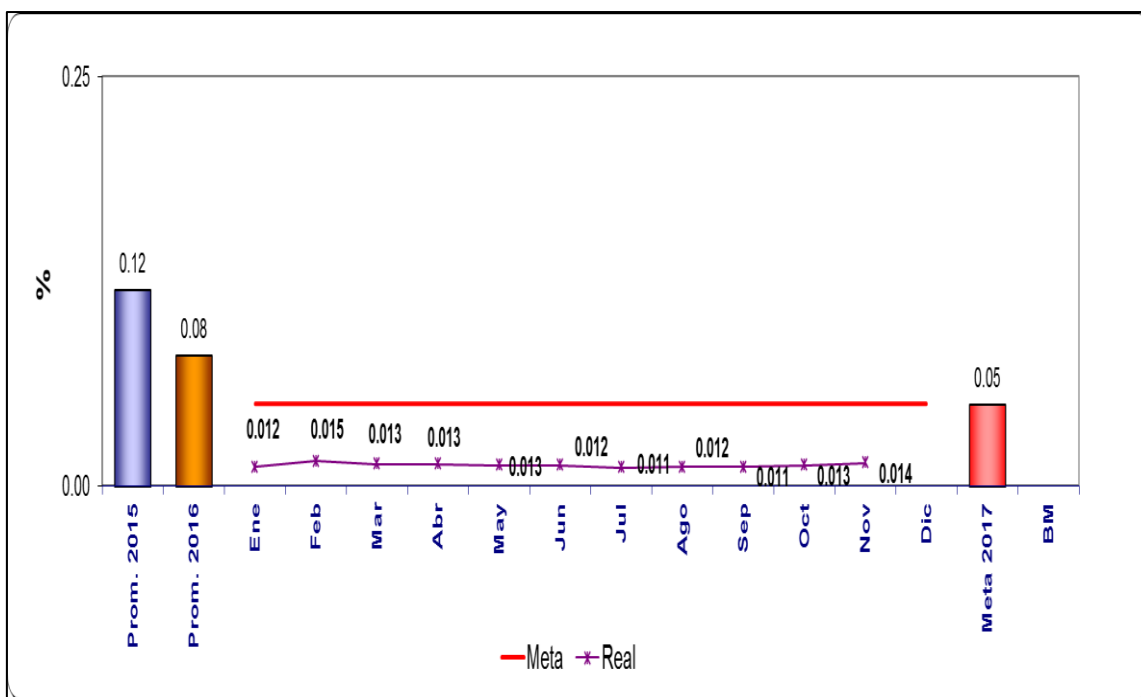


Gráfico 4.6. Divergencia en valor.

Fuente: Almacén – Siderperú (Elaboración propia).

La divergencia del inventario en valor, se mantiene por debajo del 0.015%, como se observa en el gráfico 4.6. Es decir los 20 materiales en promedio que presentan diferencias, en valor representan menos del 0.015% del valor total inventariado, para cada periodo evaluado.

4.2.6. Análisis de Costos

4.2.6.1. Horas hombre por pedido

Tabla 4.13. Horas hombre / pedido

Tiempo	Materiales A B C			Pedidos Anuales			Total Pedidos	Horas Hombre
				A 101	B 203	C 829		1.5 hh/pedido
Tiempo 1 (días)	30	30	30	1212	2436	9948	13596	20394
Tiempo 2 (días)	30	60	60	1212	1218	4974	7404	11106
Tiempo Optimo (días)	30	60	90	1212	1218	3316	5746	8619

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos considerados en el modelo de lote económico, se basan en disminuir los pedidos anuales, en consecuencia disminuir en lo posible las horas – hombre por pedidos al año.

Como se observa en la tabla anterior:

Para el tiempo 1: para materiales A, B y C el tamaño de lote es para 30 días.

$$\text{Total de pedidos} = (12 / 1) * 101 + (12 / 1) * 203 + (12 / 1) * 829 = 13,596$$

$$\text{Horas hombre} = 13,596 * 1.5 \text{ horas-hombre} = 20,394 \text{ horas-hombre}$$

Para el tiempo óptimo: para materiales A, B y C el tamaño de lote es para 30 días, 60 días y 90 días respectivamente.

$$\text{Total de pedidos} = (12 / 1) * 101 + (12 / 2) * 203 + (12 / 3) * 829 = 5,746$$

$$\text{Horas hombre} = 5,746 * 1.5 \text{ horas-hombre} = 8,619 \text{ horas-hombre.}$$

4.2.6.2. Costo de adquisición

Los criterios para los costos del lote económico, es de disminuir los costos de adquisición y disminuir el costo de emisión de pedidos; en consecuencia minimizar el costo total.

Tabla 4.14. Costo de adquisición

Tiempo	Materiales			Costo de Adquisición			Costo Total
	A	B	C	A	B	C	
				S/. 517,150.20	S/. 138,705.02	S/. 34,591.64	
Tiempo 1 (días)	30	30	30	S/. 517,150.20	S/. 138,705.02	S/. 34,591.64	S/. 690,446.86
Tiempo 2 (días)	30	60	60	S/. 517,150.20	S/. 277,410.04	S/. 69,183.27	S/. 863,743.51
Tiempo Optimo (días)	30	60	90	S/. 517,150.20	S/. 277,410.04	S/. 103,774.91	S/. 898,335.14

Fuente: Elaboración propia.

Para el tiempo1: para materiales A, B y C se compra par un stock de 30 días.

$$\text{Costo de Adquisición} = \text{S/. } 517,150.20 * 1 + \text{S/. } 138,705.02 * 1 + \text{S/. } 34,591.64 * 1$$

$$\text{Costo de Adquisición} = \text{S/. } 690,446.86$$

Para el tiempo óptimo: para materiales A, B y C se compra para un stock de 30 días, 60 días y 90 días respectivamente.

$$\text{Costo de Adquisición} = \text{S/. } 517,150.20 * 1 + \text{S/. } 138,705.02 * 2 + \text{S/. } 34,591.64 * 3$$

$$\text{Costo de Adquisición} = \text{S/. } 898,335.14$$

4.2.6.3. Costo de emisión de pedidos

Tabla 4.15. Costo de emisión de pedidos

Tiempo	Materiales			N° Pedidos	Costo de pedido S/. 30/pedido
	A	B	C		
Tiempo 1 (días)	30	30	30	13596	S/. 407,880.00
Tiempo 2 (días)	30	60	60	7404	S/. 222,120.00
Tiempo Optimo (días)	30	60	90	5746	S/. 172,380.00

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el costo de emitir los pedidos, se debe considerar que el costo por emitir un pedido es de S/.30 en promedio.

Para tiempo 1, el total de pedidos al año es de 13,596

$$\text{Costo de pedido} = 13,596 * (\text{S}/.30) = \text{S}/. 407,880$$

Para el tiempo óptimo, el total de pedidos al año es de 5,746

$$\text{Costo de pedido} = 5,746 * (\text{S}/.30) = \text{S}/. 172,380$$

4.2.6.4. Costo Total

Tabla 4.16. Costo Total

Tiempo	Materiales			Costo de Adquisición	Nº Pedidos	Costo de pedido	COSTO TOTAL
	A	B	C				
Tiempo 1 (días)	30	30	30	S/. 690,446.86	13596	S/. 407,880.00	S/. 1,098,326.86
Tiempo 2 (días)	30	60	60	S/. 863,743.51	7404	S/. 222,120.00	S/. 1,085,863.51
Tiempo Optimo (días)	30	60	90	S/. 898,335.14	5746	S/. 172,380.00	S/. 1,070,715.14

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla del costo total, el modelo de 30 días para materiales A, 60 días para materiales B y 90 días para materiales C. El costo total es menor S/. 1, 070,715.14. Observándose que el mayor costo de Adquisición S/.898,315.14 se reduce con un menor costo de emisión de pedidos S/.172, 380.

La propuesta de utilizar el modelo del lote económico está basada en garantizar la disponibilidad de materiales, disminuyendo significativamente la cantidad de pedidos anuales, disminuyendo así los costos de emisión de pedidos. El método del lote económico incluye clasificar los materiales según sus niveles de consumo, controlando así aquellos que son más significativos, minimizando así los costos de adquisición. Es decir el modelo del lote económico se basa en garantizar la disponibilidad de los materiales disminuyendo y controlando la inversión en materiales.

CONCLUSIONES

El objetivo general de la investigación es proponer un modelo de gestión de inventarios de materiales para la empresa siderúrgica del Perú S.A.A- Siderperú. El modelo propuesto se diseñó en función de la clasificación de los materiales, según su perfil de consumo, en función de la Importancia operacional, valor de consumo mensual y el tiempo de reposición – Lead Time (LT).

El objetivo específico de la clasificación de los materiales, existen 902 materiales con un consumo irregular y 231 materiales con consumo regular. 101 materiales (9%) representan el 75% (S/.6,205,802.42) del valor de consumo anual, 203 materiales (18%) representan el 20%(S/. 1, 664,460.21) del valor de consumo anual, 829 materiales (73%) representan el 5%(S/. 415,099.63) del valor de consumo anual. Además 452 materiales son de uso no importante, 220 materiales de importancia media y 441 materiales de importancia vital.

Para el modelo de gestión de inventarios, se estableció inventarios de seguridad, estableciendo que para materiales de uso no importante el nivel de servicio es de 85% con un factor de servicio de 1.04, para materiales de importancia media nivel de servicio de 90% con un factor de servicio de 1.28 y para los materiales de importancia vital su nivel de servicio de 95% con un factor de servicio de 1.64.

Para evaluar el modelo, los resultados muestran que la cobertura de stock disminuyó 30 días, de 160 días en promedio a 130 días en promedio. Esta disminución resulta importante teniendo en cuenta la gran cantidad de materiales evaluados. La ruptura de stock disminuyó de más del 10 % a menos del 7%, es decir los materiales que se quedaban sin stock en cada periodo evaluado disminuyó de más de 110 materiales a 80 materiales en promedio. El valor del stock o valor monetario de los materiales de reposición, mantenimiento y operación disminuyó en S/.120, 000 en promedio. Para los inventarios mensuales, los resultados muestran que los materiales que presentan diferencias son en promedio menos del 5% (menos de 20 materiales) y cuyo valor representa menos del 0.015% del valor total inventariado, en cada periodo evaluado.

Los resultados de los indicadores claves de desempeño utilizados para evaluar el modelo de gestión de inventarios, determinaron la importancia de su utilización. Con este modelo de gestión de inventarios propuesto, el almacén de Siderperú, mejorara su servicio a todos sus usuarios de materiales de mantenimiento, reparación y operación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la clasificación de los materiales en función de su perfil de consumo se realice todos los meses, porque un material puede pasar de tener un consumo regular a consumo irregular y viceversa.

La jefatura de almacenes tiene que dar mucha más importancia a la planificación y gestión de inventarios, designando un planificador, dedicado a tiempo completo a la gestión de inventarios de materiales, apartado de cualquier otra actividad del almacén.

Se recomienda una mayor comunicación entre el almacén, compradores y usuarios de materiales para hacer seguimiento al modelo de gestión de inventarios y coordinar cualquier modificación a la clasificación o al tiempo de reposición.

El comprador de los materiales, a parte del precio de los materiales debe negociar también el tiempo de reposición, a menor tiempo de reposición de un material menor será el valor del stock.

Así mismo, se pretende que este modelo de gestión de inventarios de materiales, sirva como referencia para otras empresas que tengan problemas en su planificación de inventarios, y puedan adaptar este modelo a su respectiva clasificación de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Ballou, Ronal H. (2004). Logística Administración de la Cadena de Suministros”. México DF: Person Educación de México S.A.

Bowersox, Donal J., Closs, David J. y Cooper, M. Bixby. (2007). Administración y Logística en la cadena de suministros. México DF: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

Chase, Richar B., Jacobs, F. Robert y Aquilano, Nicholas J. (2009). Administración de operaciones producción y cadena de suministro. México DF: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

Chopra, Sunil y Meindl, Peter. (2008). Administración de la cadena de suministro, Estrategia, Planeación y Operación. México DF: Person Educación de México S.A.

Távora, Carmen (2014). Mejora del sistema de almacén para optimizar la gestión logística de la empresa comercial de Piura (tesis de pregrado). Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, Perú.

Torres, Karla (2013). Propuesta de mejora de la gestión logística en el sistema de almacenes e inventarios en la central piurana de asociaciones de pequeños productores de banano orgánico Cepibo-Sullana. (tesis de pregrado).Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, Perú.

Vivas, Willie (2013). Rediseño de los procesos de almacén para mejorar el nivel de servicio en el almacén de una empresa petrolera (tesis de pregrado).Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 01

HOJA DE DATOS N°1: LEAD TIME

SIDERPERÚ		PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS		HOJA DE DATOS N°1		2017	
				SUMINISTROS-ALMACENES			
TIEMPO DE REPOSICIÓN (LEAD TIME): LT							
CÓDIGO DEL MATERIAL	COMPRADOR	LT					
		LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	
		Tiempo de Liberación	Tiempo de compra	Plazo Proveedor	Tiempo Tránsito	Tiempo de Proceso Físico	

ANEXO N° 02

HOJA DE DATOS N°2: VALOR DE CONSUMO

[illegible]

ANEXO N° 03

HOJA DE DATOS N° 3: IMPORTANCIA OPERACIONAL

SIDERPERÚ	PLANIFICACIÓN DE INVENTARIAS	HOJA DE DATOS N°3	2017			
		SUMINISTROS-ALMACEN				
IMPORTANCIA OPERACIONAL						
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN		
				X	Y	Z
Material es imprescindible en el equipamiento?	Equipamiento en la Línea de producción?	Material posee alguno Similar?				
SI	SI	SI			Y	
SI	SI	NO				Z
SI	NO	SI		X		
SI	NO	NO		X		
NO	NO	NO		X		
NO	NO	SI		X		
NO	SI	NO		X		
NO	SI	SI		X		

ANEXO N° 04: MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES (23 de 1133 materiales)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Usuario	Importancia	ABC	UM	LT(días)	Frec.	Perfil
10044006	ACEITE ANTICORROSIVO FERROCOTE 5856 L	PLANOS	Z	A	GLN	86	12	Consumo Regular
10050380	GRASA LITICA NLGI 2 CON EP	MTTO	Z	A	LB	17	11	Consumo Regular
10046531	CUERPO DE LANZA KT DN 110 PL. TECHIN	ACERIA	Z	A	UN	140	4	Consumo Irregular
10050382	GRASA NLGI 2 SINTETICA PARA RODAMIEN	MTTO	Z	A	LB	36	10	Consumo Regular
10055773	ACEITE ISO VG 46 HIDRAULICO ANTINFLA	MTTO	Z	A	GLN	21	9	Consumo Regular
10045269	FLUIDO HIDRAULICO SINTETICO BIODEGRA	MTTO	Z	A	GLN	78	10	Consumo Regular
10050383	GRASA NLGI 2 PARA RODAMIENTOS A 150°C	MTTO	Z	A	LB	19	11	Consumo Regular
10045166	CUCHILLA PLANA 180 X 304 X 90MM, PL.	ACERIA	Z	A	UN	160	12	Consumo Regular
10023487	ACEITE ISO VG 680 AGMA 8EP P/ENGRANAJE	MTTO	Z	A	GLN	25	8	Consumo Regular
10023485	ACEITE ISO VG 68 MINERAL HIDRAULICO	MTTO	Z	A	GLN	21	11	Consumo Regular
10048212	RODAMIENTO 313812	LARGOS	Z	A	UN	19	3	Consumo Irregular
10045270	ACEITE ISO VG 220 AGMA 5EP P/ENGRANAJE	MTTO	Z	A	GLN	21	11	Consumo Regular
10045290	ACEITE REFRIGERANTE QWERL 531 BIO SP	PLANOS	Z	A	GLN	94	10	Consumo Regular
10045263	LENTES LUNA CLARA POLICARBONATO UV40	COMPLEJO	Z	A	UN	15	8	Consumo Regular
10045313	PAÑO DE LIMPIEZA 30X40 CM RAYON-POLI	LARGOS	Y	A	BOL	18	7	Consumo Regular
10044236	GUANTE CUERO TIPO 114 CORTO RIBETE D	COMPLEJO	Z	A	PAR	30	12	Consumo Regular
10046545	BLOQUE ENFRIA.P/LANZ PL.T6LOB-63555-01-C	ACERIA	Z	A	UN	150	2	Consumo Irregular
10047098	PROTECTOR DE OIDO TIPO OREJERA ADAPT	COMPLEJO	Z	A	UN	20	12	Consumo Regular
10044007	ACEITE ANTICORROSIVO PROTECTOR PLANCHA	MTTO	Z	A	GLN	24	12	Consumo Regular
10048349	RODAMIENTO RODILLO CILINDRICO SKF 313893	LARGOS	Z	A	UN	19	3	Consumo Irregular
10046796	POLAINAS DE CUERO	COMPLEJO	Z	A	PAR	30	12	Consumo Regular
10050540	ACEITE EMULSIONABLE P/CORTE Y SIST HIDS	MTTO	Z	A	GLN	23	9	Consumo Regular
10045279	ACEITE ISO VG 46 MINERAL HID MULTIGRADO	MTTO	Z	A	GLN	22	5	Consumo Irregular